SIEMENS

SINAMICS

Umrichter SINAMICS G110M, G120C, G120, G120D, SIMATIC ET 200pro FC-2

Antriebsintegrierte Sicherheitsfunktionen - Safety Integrated

Funktionshandbuch

Ausgabe 04/2014

Answers for industry.

SIEMENS

SINAMICS

SINAMICS G120 Safety Integrated - SINAMICS G110M, G120, G120C, G120D und SIMATIC ET 200pro FC-2

Funktionshandbuch

Änderungshistorie

Grundlegende Sicherheitshinweise 1

Einleitung 2

Beschreibung 3

Installieren 4

Inbetriebnehmen 5

Betrieb 6

Instandsetzen 7

Systemeigenschaften 8

Anhang A

Ausgabe 04/2014, Firmware V4.7

04/2014, FW V4.7

A5E34261271A AA

Rechtliche Hinweise

Warnhinweiskonzept

Dieses Handbuch enthält Hinweise, die Sie zu Ihrer persönlichen Sicherheit sowie zur Vermeidung von Sachschäden beachten müssen. Die Hinweise zu Ihrer persönlichen Sicherheit sind durch ein Warndreieck hervorgehoben, Hinweise zu alleinigen Sachschäden stehen ohne Warndreieck. Je nach Gefährdungsstufe werden die Warnhinweise in abnehmender Reihenfolge wie folgt dargestellt.

⚠GEFAHR
bedeutet, dass Tod oder schwere Körperverletzung eintreten **wird**, wenn die entsprechenden Vorsichtsmaßnahmen nicht getroffen werden.

⚠WARNUNG
bedeutet, dass Tod oder schwere Körperverletzung eintreten **kann**, wenn die entsprechenden Vorsichtsmaßnahmen nicht getroffen werden.

⚠VORSICHT
bedeutet, dass eine leichte Körperverletzung eintreten kann, wenn die entsprechenden Vorsichtsmaßnahmen nicht getroffen werden.

ACHTUNG
bedeutet, dass Sachschaden eintreten kann, wenn die entsprechenden Vorsichtsmaßnahmen nicht getroffen werden.

Beim Auftreten mehrerer Gefährdungsstufen wird immer der Warnhinweis zur jeweils höchsten Stufe verwendet. Wenn in einem Warnhinweis mit dem Warndreieck vor Personenschäden gewarnt wird, dann kann im selben Warnhinweis zusätzlich eine Warnung vor Sachschäden angefügt sein.

Qualifiziertes Personal

Das zu dieser Dokumentation zugehörige Produkt/System darf nur von für die jeweilige Aufgabenstellung **qualifiziertem Personal** gehandhabt werden unter Beachtung der für die jeweilige Aufgabenstellung zugehörigen Dokumentation, insbesondere der darin enthaltenen Sicherheits- und Warnhinweise. Qualifiziertes Personal ist auf Grund seiner Ausbildung und Erfahrung befähigt, im Umgang mit diesen Produkten/Systemen Risiken zu erkennen und mögliche Gefährdungen zu vermeiden.

Bestimmungsgemäßer Gebrauch von Siemens-Produkten

Beachten Sie Folgendes:

⚠WARNUNG
Siemens-Produkte dürfen nur für die im Katalog und in der zugehörigen technischen Dokumentation vorgesehenen Einsatzfälle verwendet werden. Falls Fremdprodukte und -komponenten zum Einsatz kommen, müssen diese von Siemens empfohlen bzw. zugelassen sein. Der einwandfreie und sichere Betrieb der Produkte setzt sachgemäßen Transport, sachgemäße Lagerung, Aufstellung, Montage, Installation, Inbetriebnahme, Bedienung und Instandhaltung voraus. Die zulässigen Umgebungsbedingungen müssen eingehalten werden. Hinweise in den zugehörigen Dokumentationen müssen beachtet werden.

Marken

Alle mit dem Schutzrechtsvermerk ® gekennzeichneten Bezeichnungen sind eingetragene Marken der Siemens AG. Die übrigen Bezeichnungen in dieser Schrift können Marken sein, deren Benutzung durch Dritte für deren Zwecke die Rechte der Inhaber verletzen kann.

Haftungsausschluss

Wir haben den Inhalt der Druckschrift auf Übereinstimmung mit der beschriebenen Hard- und Software geprüft. Dennoch können Abweichungen nicht ausgeschlossen werden, so dass wir für die vollständige Übereinstimmung keine Gewähr übernehmen. Die Angaben in dieser Druckschrift werden regelmäßig überprüft, notwendige Korrekturen sind in den nachfolgenden Auflagen enthalten.

Siemens AG
Industry Sector
Postfach 48 48
90026 NÜRNBERG
DEUTSCHLAND

A5E34261271A AA
℗ 06/2014 Änderungen vorbehalten

Copyright © Siemens AG 2010 - 2014.
Alle Rechte vorbehalten

Änderungshistorie

Wesentliche Änderungen gegenüber dem Handbuch Ausgabe 01/2013

Neue Funktionen in Firmware V4.7	im Kapitel
---	---

Fehlerkorrekturen	im Kapitel
Die Zwangsdynamisierung (Teststopp) startet nach Anwahl von STO, aber nicht nach einem Power-On-Reset.	Basisfunktionen testen (Seite 156)
Zuordnung der Signalzustände im Steuerwort 1, Bit 0 (Basisfunktionen) ist korrigiert.	Steuerwort 1 und Zustandswort 1 (Basisfunktionen) (Seite 45)
Der Anschluss eines Aktors ohne Rückmeldesignal an den sicheren Ausgang des SINAMICS G120 mit CU250S-2 entspricht nicht SIL 2. Das Anschlussbeispiel ist entfernt.	Sicheren Ausgang beim SINAMICS G120 anschließen (Seite 72)
Worst-case-Reaktionszeiten der erweiterten Funktion STO bei einem Umrichterfehler sind korrigiert: Bei Ansteuerung über PROFIBUS: 56 ms statt 58 ms. Bei Ansteuerung über PROFINET: 56 ms statt 58 ms (+ Buszykluszeit).	Reaktionszeiten (Seite 261)
Worst-case-Reaktionszeit der Basisfunktion STO bei Ansteuerung über einen sicheren Eingang ist korrigiert: 6 ms + t_E statt 14 ms + t_E. Worst-case-Reaktionszeit der erweiterten Funktion STO bei Ansteuerung über einen sicheren Eingang: 52 ms + t_E statt 54 ms + t_E. Wenn Entprellzeit > 0: t_E = Entprellzeit + 3 ms statt Entprellzeit + 1 ms Wenn Entprellzeit = 0: t_E = 4 ms statt 2 ms	

Ergänzungen und überarbeitete Beschreibungen	im Kapitel
Neuer Umrichter SINAMICS G110M	Beschreibung (Seite 19) Installieren (Seite 39)
Neuer Umrichter SIMATIC ET 200pro FC-2	Beschreibung (Seite 19) Installieren (Seite 39)
Überblick, Voraussetzungen und Einschränkungen für die Anwendung der Sicherheitsfunktionen ist überarbeitet.	Beschreibung (Seite 19)
Beschreibung des Zeitverhaltens der aktiven Sicherheitsfunktionen ist nach Funktionen sortiert.	Betrieb (Seite 153)
Test der sicheren Eingänge ist ergänzt.	Regelmäßiger Test der Sicherheitsfunktionen (Seite 155)
Inbetriebnahmewerkzeug "Startdrive" ist erwähnt.	Tools zur Inbetriebnahme (Seite 82)

Ergänzungen und überarbeitete Beschreibungen	im Kapitel
Versagenswahrscheinlichkeit PFD ergänzt.	Versagenswahrscheinlichkeit der Sicherheitsfunktionen (PFH) (Seite 259)
Fehlerreaktion der Funktion SBC ist ergänzt.	Reaktion auf Fehler in der Bremsenansteuerung (Seite 168)

Inhaltsverzeichnis

Änderungshistorie 5

1 Grundlegende Sicherheitshinweise 13

1.1 Allgemeine Sicherheitshinweise 13

1.2 Industrial Security 14

2 Einleitung 15

2.1 Über dieses Handbuch 15

2.2 Wegweiser durch das Handbuch 18

3 Beschreibung 19

3.1 Über dieses Kapitel 19

3.2 Übersicht der Sicherheitsfunktionen 19

3.3 Übersicht der sicheren Umrichter-Schnittstellen 21

3.4 Voraussetzungen für die Anwendung der Sicherheitsfunktionen 22

3.5 Einschränkungen für die Anwendung der Sicherheitsfunktionen 23

3.6 Empfehlungen für den stabilen Betrieb 25

3.7 Safe Torque Off (STO) 26

3.8 Safe Brake Control (SBC) 28

3.9 Safe Stop 1 (SS1) 30

3.10 Safely Limited Speed (SLS) 32

3.11 Safe Direction (SDI) 35

3.12 Safe Speed Monitoring (SSM) 37

4 Installieren 39

4.1 Umrichter installieren 39

4.2 Anbindung über PROFIsafe 40

4.2.1 Übersicht der PROFIsafe-Anbindungen 40

4.2.2 PROFIsafe-Telegramme 44

4.2.3 Steuerwort 1 und Zustandswort 1 (Basisfunktionen) 45

4.2.4 Steuerwort 1 und Zustandswort 1 (Erweiterte Funktionen) 46

4.2.5 Steuerwort 5 und Zustandswort 5 48

4.3 Ansteuern über F-DI 49

4.3.1 Sichere Eingänge 49

4.3.2 Verdrahtungsbeispiele 53

4.3.2.1 Sensoren anschließen 53

4.3.2.2 Vorverarbeitende Geräte anschließen 61

4.4 Auswerten über F-DO 70

4.4.1 Sicherer Ausgang ... 70
4.4.2 Sicheren Ausgang beim SINAMICS G120D anschließen ... 71
4.4.3 Sicheren Ausgang beim SINAMICS G120 anschließen ... 72
4.5 Motorhaltebremse am Safe Brake Relay anschließen ... 73
5 Inbetriebnehmen ... 75
5.1 Leitfaden zur Inbetriebnahme ... 75
5.2 PROFIsafe in der übergeordneten Steuerung konfigurieren ... 76
5.2.1 PROFIBUS-Kommunikation mit Telegramm 30 über GSD konfigurieren ... 76
5.2.2 Beispiel: Schnittstelle zum S7-Sicherheitsprogramm ... 78
5.2.3 PROFIBUS-Kommunikation über Telegramm 900 mit der GSDML konfigurieren ... 80
5.2.4 Shared-Device-Kommunikation über PROFINET konfigurieren ... 80
5.3 Tools zur Inbetriebnahme ... 82
5.4 Parameter der Sicherheitsfunktionen auf Werkseinstellung rücksetzen ... 83
5.5 Einstellungen ändern ... 84
5.6 Basisfunktionen einstellen ... 88
5.6.1 Signal "STO aktiv" verschalten ... 89
5.6.2 PROFIsafe konfigurieren ... 90
5.6.3 Filter für sichere Eingänge einstellen ... 91
5.6.4 Zwangsdynamisierung (Teststopp) einstellen ... 95
5.6.5 Verzögerungszeit für SS1 einstellen ... 97
5.6.6 SBC freigeben ... 98
5.6.7 Abschließende Schritte ... 99
5.7 Erweiterte Funktionen einstellen ... 101
5.7.1 Grundeinstellungen ... 102
5.7.1.1 Sicherheitsfunktionen freigeben ... 102
5.7.1.2 Zwangsdynamisierung (Teststopp) einstellen ... 102
5.7.1.3 Getriebefaktor und Istwerttoleranz einstellen ... 105
5.7.1.4 Geberlose Istwerterfassung einstellen ... 106
5.7.2 Sichere Eingänge einstellen ... 108
5.7.2.1 Filter für sichere Eingänge einstellen ... 110
5.7.2.2 Signal zum fehlersicheren Quittieren verschalten ... 115
5.7.3 Sicheren Ausgang einstellen ... 116
5.7.3.1 Ausgangssignal und Testmodus einstellen ... 116
5.7.3.2 Zwangsdynamisierung (Teststopp) einstellen ... 120
5.7.4 PROFIsafe im Umrichter konfigurieren ... 122
5.7.5 SS1 einstellen ... 125
5.7.5.1 SS1 mit Bremsrampenüberwachung einstellen ... 126
5.7.5.2 SS1 mit Beschleunigungsüberwachung einstellen ... 129
5.7.6 SLS einstellen ... 132
5.7.6.1 Überwachung einstellen ... 132
5.7.6.2 Einstellungen für die Abnahme ... 135
5.7.7 SSM einstellen ... 136
5.7.8 SDI einstellen ... 140
5.7.8.1 Überwachung einstellen ... 140
5.7.8.2 Einstellungen für die Abnahme ... 143
5.7.9 Abschließende Schritte ... 144
5.8 Offline inbetriebnehmen ... 147

5.9 Serieninbetriebnahme 149
5.10 Abnahme der Sicherheitsfunktionen 150
5.10.1 Abnahme 150
5.10.2 Reduzierte Abnahme nach Funktionserweiterung 152
6 Betrieb 153
6.1 Übersicht und relevante Umrichtersignale 153
6.2 Regelmäßiger Test der Sicherheitsfunktionen 155
6.2.1 Übersicht 155
6.2.2 Sichere Eingänge testen 155
6.2.3 Basisfunktionen testen 156
6.2.4 Erweiterte Funktionen testen 157
6.2.5 Sicheren Ausgang testen 158
6.3 Safe Torque Off (STO) 161
6.3.1 Übersicht 161
6.3.2 STO an- und abwählen bei eingeschaltetem Motor 162
6.3.3 Reaktion auf eine Diskrepanz bei aktivem STO 162
6.4 Safe Brake Control (SBC) 166
6.4.1 SBC an- und abwählen bei eingeschaltetem Motor 166
6.4.2 Reaktion auf Fehler in der Bremsenansteuerung 168
6.5 Safe Stop 1 (SS1) 169
6.5.1 Übersicht 169
6.5.2 SS1 an- und abwählen bei eingeschaltetem Motor 170
6.5.2.1 SS1 ohne Überwachung 170
6.5.2.2 SS1 mit Bremsrampenüberwachung 171
6.5.2.3 SS1 mit Beschleunigungsüberwachung 172
6.5.3 Motor ausschalten bei aktivem SS1 173
6.5.4 Reaktion auf eine Diskrepanz bei aktivem SS1 174
6.5.5 Grenzwertverletzung bei aktivem SS1 178
6.6 Safely Limited Speed (SLS) 179
6.6.1 Übersicht 179
6.6.2 SLS an- und abwählen bei eingeschaltetem Motor 180
6.6.2.1 SLS mit Bremsrampenüberwachung 182
6.6.2.2 SLS ohne Bremsrampenüberwachung 184
6.6.3 SLS-Stufen umschalten 186
6.6.3.1 SLS mit Bremsrampenüberwachung 186
6.6.3.2 SLS ohne Bremsrampenüberwachung 188
6.6.4 Motor ausschalten bei aktivem SLS 189
6.6.5 Motor einschalten bei aktivem SLS 191
6.6.6 Reaktion auf eine Diskrepanz bei aktivem SLS 192
6.6.7 Grenzwertverletzung bei aktivem SLS 194
6.7 Safe Speed Monitor (SSM) 196
6.7.1 Übersicht 196
6.7.2 Aktives SSM bei eingeschaltetem Motor 197
6.7.3 Motor ausschalten bei aktivem SSM 198
6.7.4 Motor einschalten bei aktivem SSM 203
6.8 Safe Direction (SDI) 205
6.8.1 Übersicht 205

6.8.2 SDI an- und abwählen bei eingeschaltetem Motor ... 206
6.8.3 Motor ausschalten bei aktivem SDI ... 207
6.8.4 Motor einschalten bei aktivem SDI ... 209
6.8.5 Reaktion auf eine Diskrepanz bei aktivem Safe Direction (SDI) ... 211
6.8.6 Grenzwertverletzung bei aktivem Safe Direction (SDI) ... 213
6.9 Reaktion auf Diskrepanz der über PROFIsafe übertragenen Signale ... 215
6.10 Stopp-Reaktionen ... 217
6.10.1 Beispiel 1: Internes Ereignis bei aktivem STO ... 219
6.10.2 Beispiel 2: Internes Ereignis bei aktivem SSM ... 220
6.11 Fehlersicheres Quittiersignal ... 222
6.11.1 Quittieren mit einem fehlersicheren Signal ... 222
6.11.2 Reaktion auf Diskrepanz des fehlersicheren Quittier-Signals ... 223
6.12 Sicherheitsfunktion anwählen bei aktiver Sicherheitsfunktion ... 225
6.13 Liste der Warnungen und Störungen ... 232
7 Instandsetzen ... 243
7.1 Betriebssicherheit aufrechterhalten ... 243
7.2 Komponenten der modularen Umrichter SINAMICS G120/G120D/G110M tauschen ... 245
7.2.1 Übersicht zum Tausch von Umrichterkomponenten ... 245
7.2.2 Control Unit tauschen mit freigegebener Sicherheitsfunktion ... 247
7.2.3 Control Unit tauschen ohne Datensicherung ... 250
7.2.4 Power Module tauschen bei freigegebener Sicherheitsfunktion ... 250
7.3 Umrichter SINAMICS G120C oder SIMATIC ET 200pro FC-2 tauschen ... 252
7.3.1 Übersicht zum Umrichtertausch ... 252
7.3.2 Umrichter tauschen mit freigegebener Sicherheitsfunktion ... 253
7.3.3 Umrichter tauschen ohne Datensicherung ... 257
7.4 Reduzierte Abnahme nach Komponententausch ... 258
8 Systemeigenschaften ... 259
8.1 Versagenswahrscheinlichkeit der Sicherheitsfunktionen (PFH) ... 259
8.2 Reaktionszeiten ... 261
8.3 Zertifizierungen ... 264
8.4 Safe Brake Relay ... 266
A Anhang ... 267
A.1 Beispiele für Abnahmetests ... 267
A.1.1 Abnahmetest STO (Basisfunktionen) ... 268
A.1.2 Abnahmetest STO (Erweiterte Funktionen) ... 270
A.1.3 Abnahmestest SS1 (Basisfunktionen) ... 272
A.1.4 Abnahmestest SS1 (Erweiterte Funktionen) ... 274
A.1.5 Abnahmetest SBC ... 278
A.1.6 Abnahmetest SLS ... 280
A.1.7 Abnahmetest SSM ... 285
A.1.8 Abnahmetest SDI ... 289
A.1.9 Abnahmetest für F-DI-Status im PROFIsafe-Telegramm 900 ... 298
A.2 Dokumentation zur Abnahme ... 299

A.2.1 Protokolle mit Einstellungen der Sicherheitsfunktionen erstellen 299
A.2.2 Beispiel für eine Maschinen-Dokumentation 300
A.2.3 Protokoll der Einstellungen für die Basisfunktionen, Firmware V4.4 ... V4.7 302
A.2.4 Protokoll der Einstellungen für die erweiterten Funktionen, Firmware V4.4 ... V4.7 303

A.3 Normen und Vorschriften 306
A.3.1 Allgemeines 306
A.3.1.1 Zielsetzung 306
A.3.1.2 Funktionale Sicherheit 306
A.3.2 Maschinensicherheit in Europa 307
A.3.2.1 Maschinenrichtlinie 307
A.3.2.2 Harmonisierte Europanormen 308
A.3.2.3 Normen zur Realisierung sicherheitsrelevanter Steuerungen 310
A.3.2.4 DIN EN ISO 13849-1 (Nachfolger von EN 954-1) 312
A.3.2.5 EN 62061 313
A.3.2.6 Normenreihe IEC 61508 (VDE 0803) 315
A.3.2.7 Risikoanalyse/-beurteilung 315
A.3.2.8 Risikominderung 317
A.3.2.9 Restrisiko 317
A.3.3 Maschinensicherheit in USA 318
A.3.3.1 Mindestanforderungen der OSHA 318
A.3.3.2 NRTL-Listung 318
A.3.3.3 NFPA 79 319
A.3.3.4 ANSI B11 319
A.3.4 Maschinensicherheit in Japan 320
A.3.5 Betriebsmittelvorschriften 321
A.3.6 Weitere sicherheitsrelevante Themen 322
A.3.6.1 Weitere Literatur 322
A.3.6.2 Informationsblätter der Berufsgenossenschaft 322

A.4 Handbücher und technischer Support 323
A.4.1 Handbücher für Ihren Umrichter 323
A.4.2 Projektierungsunterstützung 325
A.4.3 Produkt Support 325

A.5 Fehler und Verbesserungen 326

Index 327

Grundlegende Sicherheitshinweise

1

1.1 Allgemeine Sicherheitshinweise

⚠ WARNUNG

Lebensgefahr durch Nichtbeachtung von Sicherheitshinweisen und Restrisiken

Durch Nichtbeachtung der Sicherheitshinweise und Restrisiken in der zugehörigen Hardware-Dokumentation können Unfälle mit schweren Verletzungen oder Tod auftreten.

- Halten Sie die Sicherheitshinweise der Hardware-Dokumentation ein.
- Berücksichtigen Sie bei der Risikobeurteilung die Restrisiken.

⚠ WARNUNG

Lebensgefahr durch Fehlfunktionen der Maschine infolge fehlerhafter oder veränderter Parametrierung

Durch fehlerhafte oder veränderte Parametrierung können Fehlfunktionen an Maschinen auftreten, die zu Körperverletzungen oder Tod führen können.

- Schützen Sie die Parametrierungen vor unbefugtem Zugriff.
- Beherrschen Sie mögliche Fehlfunktionen durch geeignete Maßnahmen (z. B. NOT-HALT oder NOT-AUS).

1.2 Industrial Security

Hinweis

Industrial Security

Siemens bietet Produkte und Lösungen mit Industrial Security-Funktionen an, die den sicheren Betrieb von Anlagen, Lösungen, Maschinen, Geräten und/oder Netzwerken unterstützen. Sie sind wichtige Komponenten in einem ganzheitlichen Industrial Security-Konzept. Die Produkte und Lösungen von Siemens werden unter diesem Gesichtspunkt ständig weiterentwickelt. Siemens empfiehlt, sich unbedingt regelmäßig über Produkt-Updates zu informieren.

Für den sicheren Betrieb von Produkten und Lösungen von Siemens ist es erforderlich, geeignete Schutzmaßnahmen (z. B. Zellenschutzkonzept) zu ergreifen und jede Komponente in ein ganzheitliches Industrial Security-Konzept zu integrieren, das dem aktuellen Stand der Technik entspricht. Dabei sind auch eingesetzte Produkte von anderen Herstellern zu berücksichtigen. Weitergehende Informationen über Industrial Security finden Sie unter dieser Adresse (http://www.siemens.com/industrialsecurity).

Um stets über Produkt-Updates informiert zu sein, melden Sie sich für unseren produktspezifischen Newsletter an. Weitere Informationen hierzu finden Sie unter dieser Adresse (http://support.automation.siemens.com).

⚠WARNUNG

Gefahr durch unsichere Betriebszustände wegen Manipulation der Software

Manipulationen der Software (z. B. Viren, Trojaner, Malware, Würmer) können unsichere Betriebszustände in Ihrer Anlage verursachen, die zu Tod, schwerer Körperverletzung und zu Sachschäden führen können.

- Halten Sie die Software aktuell.

  Informationen und Newsletter hierzu finden Sie unter dieser Adresse (http://support.automation.siemens.com).
- Integrieren Sie die Automatisierungs- und Antriebskomponenten in ein ganzheitliches Industrial Security-Konzept der Anlage oder Maschine nach dem aktuellen Stand der Technik.

  Weitergehende Informationen finden Sie unter dieser Adresse (http://www.siemens.com/industrialsecurity).
- Berücksichtigen Sie bei Ihrem ganzheitlichen Industrial Security-Konzept alle eingesetzten Produkte.

Einleitung 2

2.1 Über dieses Handbuch

Wer benötigt dieses Handbuch und warum?

Dieses Handbuch beschreibt antriebsintegrierte Sicherheitsfunktionen in Umrichtern für Anwendungen mit variabler Drehzahl.

Das Handbuch richtet sich schwerpunktmäßig an Maschinenhersteller, Anlagenhersteller, Inbetriebnehmer und Servicepersonal.

Was sind antriebsintegrierte Sicherheitsfunktionen?

"Sicherheits"-Funktionen haben im Vergleich zu "Standard"-Antriebsfunktionen eine besonders geringe Fehleranfälligkeit. Performance Level (PL) und Sicherheitsintegritätsgrad (SIL) der entsprechenden Normen sind ein Maß für die Fehleranfälligkeit.

Die Sicherheitsfunktionen eignen sich daher zum Einsatz und zur Risikominderung in sicherheitsbezogenen Anwendungen. Eine Anwendung ist sicherheitsbezogen, wenn die Risikoanalyse der Maschine oder Anlage ein besonderes Gefährdungspotenzial in der Anwendung ergeben hat.

Das Wort "antriebsintegriert" bedeutet, dass die Sicherheitsfunktionen in den Umrichter integriert sind und ohne zusätzliche externe Komponenten ablauffähig sind.

Welche Umrichter sind beschrieben?

	Anwendungen mit fester Drehzahl		Anwendungen mit variabler Drehzahl								Motion Control Anwendungen		
	SIMATIC		SIMATIC	SINAMICS				SINAMICS			SINAMICS		
	ET 200S Motorstarter	ET 200pro Motorstarter	ET 200pro FC-2	G110M	G120C	G120	G120D	G110D	G130	G150	S110	S120	S150
Integrierte Sicherheitsfunktionen gemäß IEC 61800-5-2													
STO Safe Torque Off	Ja		Ja					Ja	Ja		Ja		
SS1 Safe Stop 1	-	-	-	-	-	Ja		-	Ja		Ja		
SBC Safe Brake Control	-	-	-	-	-	Ja [2]	-	-	Ja [3]		Ja [4]	Ja [3]	Ja [3]
SBT Safe Brake Test	-	-	-	-	-	-	-	-	Ja [6]		-	Ja [6]	Ja [6]
SLS Safely-Limited Speed	-	-	-	-	-	Ja		-	Ja		Ja		
SSM Safe Speed Monitor	-	-	-	-	-	Ja		-	Ja		Ja		
SDI Safe Direction	-	-	-	-	-	Ja		-	Ja		Ja		
SOS Safe Operating Stop	-	-	-	-	-	-	-	-	Ja		Ja		
SS2 Safe Stop 2	-	-	-	-	-	-	-	-	Ja		Ja		
SLP Safely-Limited Position	-	-	-	-	-	-	-	-	Ja		-	Ja	Ja
Fehlersichere Schnittstellen													
PROFIBUS / PROFIsafe	Ja	Ja [5]	Ja [5]	Ja				-	Ja		Ja		
PROFINET / PROFIsafe	Ja	Ja [5]	Ja [5]	Ja				-	Ja		Ja		
Sichere Eingänge	Ja [5]		Ja [5]	Ja				Ja [5]	Ja		Ja, teilweise externe Komponenten erforderlich		
Sichere Ausgänge	-	-	-	-	-	Ja		-	Ja, mit TM54F		Ja	Ja, mit TM54F	
Zertifizierungen													
EN ISO 13849-1:2006	Kat. 4 / PL e		Kat. 3 / PLd					-	Kat. 3 / PLd		Kat. 3 / PL d		
EN 61508	SIL 3		SIL 2					-	SIL 2		SIL 2		
NFPA 79	Ja		-	-	-	-	-	-	-		Ja		-
NRTL-gelistet	Ja		-	-	-	-	-	-	-		-	Ja [1]	-

Inhalt des Handbuchs

[1] Nur bei SINAMICS S120 Booksize
[2] Nur bei CU250S-2 mit Safe Brake Relay
[3] Bei Chassis und Cabinet Modulen mit Safe Brake Adapter
[4] Mit Safe Brake Relay
[5] Mit externen Komponenten
[6] EN ISO 13894-1, PL d/Kat. 2 EN 61508 SIL 1

Bild 2-1 Produkte mit antriebsintegrierten Sicherheitsfunktionen

Welche Anwendungsfälle sind beschrieben?

Dieses Handbuch vermittelt Informationen, Vorgehen und Bedienhandlungen für die folgenden Fälle:

- Einführende und vereinfachte Darstellung der Sicherheitsfunktionen des Umrichters
- Ansteuerung der Sicherheitsfunktionen über sichere Eingänge oder PROFIsafe
- Inbetriebnahme und Abnahme der Sicherheitsfunktionen
- Verhalten des Umrichters mit aktiven Sicherheitsfunktionen
- Tausch eines Umrichters mit frei gegebenen Sicherheitsfunktionen.
- Diagnose der Sicherheitsfunktionen

Im Anhang finden Sie einen Überblick über die Vorschriften und Normen, die für den Einsatz der Sicherheitsfunktionen gelten.

Welche Informationen brauchen Sie außerdem?

Für die Montage oder die Inbetriebnahme der "Standard"-Funktionen eines Umrichters reicht dieses Handbuch nicht aus. Sie finden eine Übersicht der verfügbaren Dokumentation und der dazugehörigen Anwendungsfälle im Abschnitt Handbücher für Ihren Umrichter (Seite 323).

Was bedeuten die Symbole im Handbuch?

Hier beginnt eine Handlungsanweisung.

Hier endet die Handlungsanweisung.

2.2 Wegweiser durch das Handbuch

Kapitel	In diesem Kapitel finden Sie Antworten auf folgende Fragen:
Beschreibung (Seite 19)	• Welche Sicherheitsfunktionen hat mein Umrichter? • Wie funktionieren die Sicherheitsfunktionen grundsätzlich? • Was sind typische Anwendungen für die Sicherheitsfunktionen des Umrichters? • In welchen Anwendungen sind die Sicherheitsfunktionen meines Umrichters unzulässig?
Installieren (Seite 39)	• Wie viele sichere Ein- und Ausgänge hat mein Umrichter? • Wie muss ich die sicheren Ein- und Ausgänge meines Umrichters verdrahten? • Was muss ich beachten, wenn die Verdrahtung über den Schaltschrank hinausgeht? • Wie sind die PROFIsafe-Steuerwörter und -Zustandswörter belegt?
Inbetriebnehmen (Seite 75)	• Wie projektiere ich die Kommunikation meines Umrichters über PROFIsafe? • Wie starte ich die Inbetriebnahme der Sicherheitsfunktionen? • Welches Werkzeug brauche ich für die Inbetriebnahme? • Wie übertrage ich die Parameter der Sicherheitsfunktionen auf weitere Umrichter? • Wie setze ich meinen Umrichter auf Werkseinstellung zurück?
Betrieb (Seite 153)	• Wie muss ich die Sicherheitsfunktion an- und abwählen? • Wie reagieren Umrichter und Motor bei aktiver Sicherheitsfunktion? • Wie beeinflussen sich Sicherheitsfunktionen gegenseitig? • Was passiert bei Grenzwertverletzung der Sicherheitsfunktionen? • Was passiert bei einem Drahtbruch an einem sicheren Eingang? • Wie quittiere ich Störungen der Sicherheitsfunktionen?
Instandsetzen (Seite 243)	• Wie tausche ich defekte Komponenten des Umrichters oder den Umrichter selbst? • Was muss ich tun, damit die Sicherheitsfunktionen nach einem Tausch noch funktionieren? • Was muss ich nach dem Tausch prüfen? • Was bedeuten die Warnungen und Störungen, die den Sicherheitsfunktionen zugeordnet sind?
Systemeigenschaften (Seite 259)	• In welcher Zeit reagiert mein Antrieb bei Anwahl einer Sicherheitsfunktion? • In welcher Zeit reagiert mein Antrieb bei aktiver Sicherheitsfunktion auf ein Fehlverhalten des Motors? • Welche Versagenswahrscheinlichkeiten haben die Sicherheitsfunktionen meines Umrichters? • Nach welchen Normen sind die Sicherheitsfunktionen meines Umrichters zertifiziert?
Anhang (Seite 267)	• Wie prüfe ich die Sicherheitsfunktionen nach der Inbetriebnahme? • Wie muss ich die Einstellungen der Sicherheitsfunktionen dokumentieren? • Welche Normen und Vorschriften muss ich als Maschinenhersteller oder Betreiber einer Maschine beachten? • Wo finde ich weitere Informationen zu meinem Umrichter?

Beschreibung 3

3.1 Über dieses Kapitel

Dieses Kapitel gibt einen Einblick in die prinzipielle Funktionsweise der antriebsintegrierten Sicherheitsfunktionen.

Was finden Sie diesem Kapitel?

- Voraussetzungen und Einschränkungen für den Einsatz der Sicherheitsfunktionen
- Die prinzipielle Funktionsweise der antriebsintegrierten Sicherheitsfunktionen
- Anwendungsbeispiele
- Die Zuordnung, welcher Umrichter über welche Sicherheitsfunktionen verfügt

3.2 Übersicht der Sicherheitsfunktionen

Basisfunktionen und erweiterte Funktionen

Die antriebsintegrierten Sicherheitsfunktionen sind eingeteilt in Basisfunktionen und erweiterte Funktionen.

Antriebsintegrierte Sicherheitsfunktionen	
Basisfunktionen	**Erweiterte Funktionen**
Die Basisfunktionen verhindern gefährliche Bewegungen durch eine oder mehrere der folgenden Maßnahmen: • Energiezufuhr des Motors sicher ausschalten • Motorhaltebremse sicher abschalten Es gibt folgende Basisfunktionen: • Safe Torque Off (STO) • Safe Brake Control (SBC) • Safe Stop 1 (SS1) ohne Drehzahlüberwachung Jeder der in diesem Handbuch beschriebenen Umrichter verfügt über eine oder mehrere der Basisfunktionen.	Die erweiterten Funktionen beinhalten einige Basisfunktionen und weitere Funktionen zur sicheren Überwachung der Motordrehzahl: • Basisfunktionen STO und SBC • Safe Stop 1 (SS1) mit Drehzahlüberwachung • Safely-Limited Speed (SLS) • Safe Direction (SDI) • Safe Speed Monitor (SSM) Ob ein Umrichter über die erweiterten Funktionen verfügt, hängt in der Regel von der Hardware der Control Unit ab. Die entsprechenden Umrichter haben ein nachgestelltes "F" im Produktnamen, z. B. Control Unit CU240E-2 F. Beim SINAMICS G120 mit Control Unit CU250S-2 brauchen Sie für die erweiterten Funktionen eine Lizenzierung.

Tabelle 3- 1 Umrichter mit antriebsintegrierten Sicherheitsfunktionen

Umrichter	Basisfunktionen		Erweiterte Funktionen	
	STO	SS1, SBC	SS1, SDI, SSM, SLS	SLS-Stufen
SINAMICS G110M	Verfügbar mit allen Produkt-varianten	--- [1]	---	
SINAMICS G120C	Verfügbar mit allen Produkt-varianten	---	---	
SINAMICS G120	Verfügbar mit allen Control Units CU240E-2 und CU250S-2	Verfügbar mit allen Control Units CU250S-2	Verfügbar mit folgenden Control Units: CU240E-2 F CU240E-2 DP-F CU240E-2 PN-F CU250S-2 [2] CU250S-2 DP [2] CU250S-2 PN [2] CU250S-2 CAN [2]	Verfügbar mit folgenden Control Units: CU240E-2 DP-F CU240E-2 PN-F CU250S-2 DP [2] CU250S-2 PN [2]
SINAMICS G120D	Verfügbar mit allen Control Units	---	Verfügbar mit folgenden Control Units: CU240D-2 DP-F CU240D-2 PN-F CU240D-2 PN-F PP CU240D-2 PN-F FO CU250D-2 DP-F CU250D-2 PN-F CU250D-2 PN-F PP CU250D-2 PN-F FO	
SIMATIC ET 200pro FC-2	Verfügbar	---	---	

[1] ---: nicht verfügbar

[2] erfordert die Lizenz für die Sicherheitsfunktionen

3.3 Übersicht der sicheren Umrichter-Schnittstellen

Die Schnittstellen der Sicherheitsfunktionen sind je nach Umrichter sichere Ein- und Ausgänge (F-DI, F-DO), die sichere Feldbuskommunikation PROFIsafe und ein sicherer Ausgang zur Bremsenansteuerung.

Umrichter		F-DI	F-DO	PROFIsafe	Sicherer Ausgang für Bremse
	SINAMICS G110M mit Control Unit …				
	CU240M USS	1	--- [1]	---	---
	CU240M DP CU240M PN	1	---	Telegramm 30 [3]	---
	SINAMICS G120C USS SINAMICS G120C CAN	1	---	---	---
	SINAMICS G120C DP SINAMICS G120C PN	1	---	Telegramm 30 [3]	---
	SINAMICS G120 mit Control Unit …				
	CU240E-2	1	---	---	---
	CU240E-2 DP CU240E-2 PN	1	---	Telegramm 30 [3]	---
	CU240E-2 F	3	---	---	---
	CU240E-2 DP-F CU240E-2 PN-F	3	---	Telegramm 30 [3], Telegramm 900 [4]	---
	CU250S-2 CU250S-2 CAN	3	1	---	Verfügbar mit Safe Brake Relay
	CU250S-2 DP CU250S-2 PN	3	1	Telegramm 30 [3], Telegramm 900 [4]	Verfügbar mit Safe Brake Relay
	SINAMICS G120D mit Control Unit …				
	CU240D-2 DP CU240D-2 PN	1	---	Telegramm 30 [3]	---
	CU240D-2 DP-F CU240D-2 PN-F CU240D-2 PN-F PP CU240D-2 PN-F FO CU250D-2 DP-F CU250D-2 PN-F CU250D-2 PN-F PP CU250D-2 PN-F FO	3	1	Telegramm 30 [3], Telegramm 900 [4]	---
	SIMATIC ET 200pro FC-2	ET 200pro [2]	---	ET 200pro [2]	---

[1] --- nicht verfügbar

[2] Der Umrichter wertet die F0-Schiene im Rückwandbus des ET 200pro-Systems über einen internen sicheren Eingang aus. Die ET-200pro-Module F-RSM und F-Switch steuern die F0-Schiene an.

[3] Telegramm 30 zur Ansteuerung und Status-Rückmeldung der Sicherheitsfunktionen

[4] Telegramm 900: Funktion wie beim Telegramm 30 und zusätzlich Rückmeldung des F-DI-Status

3.4 Voraussetzungen für die Anwendung der Sicherheitsfunktionen

Risikobeurteilung

Voraussetzung für die Nutzung einer antriebsintegrierten Sicherheitsfunktion ist eine Risikoanalyse und -beurteilung der Maschine oder Anlage.

Die Risikoanalyse und -beurteilung muss ergeben, dass die antriebsintegrierte Sicherheitsfunktion sich als Schutzmaßnahme zur Risikominderung der Maschine eignet. Die erforderliche Ausfallwahrscheinlichkeit der Schutzmaßnahme darf nicht höher sein als SIL 2 oder PL d.

Motoren und Regelungsarten

Die Basisfunktionen dürfen Sie ohne Einschränkungen nutzen:

- Für alle Regelungsarten: U/f-Steuerung, Drehzahlregelung mit und ohne Geber
- Mit Synchron- und Asynchronmotoren
- Für Gruppenantriebe, das heißt für den gleichzeitigen Betrieb mehrerer Motoren an einem Umrichter

Die erweiterten Funktionen dürfen Sie unter folgenden Voraussetzungen nutzen:

- Mit Asynchronmotoren für alle Regelungsarten
- Mit Synchronmotoren der Baureihe SIEMOSYN nur mit U/f-Steuerung
- Für Gruppenantriebe

Geberlose Sicherheitsfunktionen

Die antriebsintegrierten Sicherheitsfunktionen sind geberlos ausgeführt.

"Geberlos" bedeutet Folgendes:

- Um die antriebsintegrierten Sicherheitsfunktionen zu nutzen, brauchen Sie keinen Geber.
- Wenn der Umrichter einen Geberanschluss vorsieht, wertet der Umrichter das Gebersignal für die Regelung des Motors aus. Die Sicherheitsfunktionen ignorieren das Gebersignal.

Schlupf von Asynchronmotoren berücksichtigen

Relevant für die funktionale Sicherheit in einer Maschine ist die Drehzahl der Motorwelle. Die erweiterten Funktionen überwachen aber die elektrische Drehzahl des Motors gegen die eingestellten Grenzwerte.

Wenn Sie die geberlosen Sicherheitsfunktionen mit einem Asynchronmotor verwenden, müssen Sie beim Einstellen der Drehzahlüberwachung den Schlupf im Motor berücksichtigen.

3.5 Einschränkungen für die Anwendung der Sicherheitsfunktionen

Nicht zulässig: Betrieb mit ziehenden Lasten

⚠WARNUNG

Tod oder schwere Körperverletzung nicht überwachte Drehzahlen des Motors

Die geberlose Istwerterfassung erkennt nicht alle Fehler in der Motorregelung. Die geberlosen Sicherheitsfunktionen können daher nicht erkennen, ob eine ziehende Last wegen einem Fehler in der Motorregelung ungewollt beschleunigt.

- Setzen Sie in einem Antrieb mit ziehender Last keine der erweiterten geberlosen Sicherheitsfunktionen ein.

In Anwendungen mit ziehenden Lasten, z. B. in Hubwerken, Aufzügen oder Abwicklern, dürfen Sie die geberlosen Sicherheitsfunktionen nicht einsetzen.

Möglichkeiten zur Drehzahlüberwachung bei ziehenden Lasten

- Realisieren Sie eine Drehzahlüberwachung in Maschinen mit ziehenden Lasten auf eine der folgenden Weisen:
  - Verwenden Sie einen Antrieb mit geberbehafteten Sicherheitsfunktionen, z. B. SINAMICS S120.
  - Realisieren Sie die Drehzahlüberwachung in der überlagerten Steuerung durch den Einsatz eines geeigneten Messystems zur Geschwindigkeitserfassung.
- Gekoppelte elektrische Antriebe, z. B. Prüfstände oder Auf-/Abwickler, bestehen aus einem treibenden und einem angetriebenen Antrieb. Setzen Sie die erweiterten Funktionen im treibenden Antrieb eines gekoppelten Antriebs ein. Im Fehlerfall erkennt der treibende Antrieb eine Grenzwertverletzung.

Nicht zulässig: Motoren mit unterschiedlicher Polpaarzahl

⚠WARNUNG

Tod oder schwere Körperverletzung durch unerwartet hohe Drehzahlen

Wenn Sie mit der Funktion "Antriebsdatensatz" zwischen Motoren mit unterschiedlicher Polpaarzahl umschalten, unterscheiden sich die berechnete sichere Drehzahl und die mechanische Drehzahl der Motorwelle. Dadurch kann die Motorwelle über die projektierten Überwachungsgrenzen der Sicherheitsfunktion hinaus beschleunigen, was zum Tod oder schwerer Körperverletzung führen kann.

- Schalten Sie mit der Funktion "Antriebsdatensatz" nur zwischen Motoren mit gleicher Polpaarzahl um.

Drehzahlüberwachung bei Motoren mit unterschiedlicher Polpaarzahl

Realisieren Sie die Drehzahlüberwachung in der überlagerten Steuerung durch den Einsatz eines geeigneten Messystems zur Geschwindigkeits- oder Drehzahlerfassung.

Kritische Anwendungen

Bei nicht frei gegebenen Sicherheitsfunktionen dürfen Sie die nachfolgenden Anwendungen ohne Einschränkung nutzen.

Bei aktiven Sicherheitsfunktionen können einige Anwendungen zu Fehlern in der sicheren Istwerterfassung führen. Fehler in der sicheren Istwertwerterfassung lösen bei aktiven oder frei gegebenen Sicherheitsfunktionen eine Stopp-Reaktion aus: Meldungen C01711, C30711 mit Störwerten 1040 ff.

Die Stopp-Reaktion führt nicht zu einem unsicheren Zustand des Antriebs, aber zu einer reduzierten Verfügbarkeit des Antriebs.

Kritische Anwendung	Abhilfe
Motordatenidentifikation während der Inbetriebnahme	Nehmen Sie die Sicherheitsfunktionen erst nach Abschluss der Motordatenidentifikation in Betrieb.
Sprunghafte Sollwertänderung	Stellen Sie die Zeiten des Hochlaufgebers auf Werte > 0,5 s.
Reversieren der Drehzahl	Wenn Sie einen Umrichter mit Lageregelung einsetzen, müssen Sie den Lageregler und das Verfahrprofil so einstellen, dass es zu keinem Überschwingen im Geschwindigkeitsverlauf kommt. Innerhalb 1 s sind nur eine Beschleunigungs- und eine Brems-Rampe erlaubt. Der Zyklus 0 → n_{Soll} → -n_{Soll} → 0 muss mindestens 2 s dauern.
Sprunghafte Laständerung	Setzen Sie die Sicherheitsfunktionen nicht ein.
Dauerhafter Betrieb mit Drehzahlen < 5 % der Bemessungsdrehzahl	
Umrichter bei drehendem Motor einschalten (Funktion "Fangen")	Vermeiden Sie die Funktion "Fangen" bei aktiver Sicherheitsfunktion. Deaktivieren Sie die Sicherheitsfunktion vorübergehend bis zum erfolgreichen Abschluss der Funktion "Fangen". Wenn Sie die Funktion SSM nutzen, dürfen Sie die Funktion "Fangen" nicht verwenden. SSM lässt sich nicht durch ein Steuersignal deaktivieren.
Umrichter an der Stromgrenze betreiben	Legen Sie den Antrieb so aus, dass die Strombegrenzung des Umrichters nicht anspricht. Prüfen Sie nach der Inbetriebnahme, dass der Umrichter seine Strom- oder Momentengrenzen auch bei voller Belastung nicht erreicht.
Motor bremsen mit den Funktionen "Gleichstrombremsung" oder "Compound-Bremsung"	Vermeiden Sie die Funktionen "Gleichstrombremsung" oder "Compound-Bremsung" bei aktiver Sicherheitsfunktion. Wenn Sie eine dieser beiden Bremsfunktionen brauchen, müssen Sie in der Risikobeurteilung prüfen, ob Sie die Sicherheitsfunktion während des Bremsens deaktivieren dürfen. Wenn ja, deaktivieren Sie die Sicherheitsfunktion bis zum Abschluss der Bremsfunktion. Wenn Sie die Funktion SSM nutzen, dürfen Sie diese Bremsfunktionen nicht verwenden. SSM lässt sich nicht durch ein Steuersignal deaktivieren.

Unzulässige Power Module des SINAMICS G120

Bei Einsatz der folgenden Power Module dürfen bzw. können Sie die Sicherheitsfunktionen nicht einsetzen:

Power Module	Einschränkung
PM230	Das Power Module PM230 des Umrichters SINAMICS G120 unterstützt keine Sicherheitsfunktionen.
PM240 FSGX	Mit dem Power Module PM240 Frame Size GX sind nur die Basisfunktionen STO, SBC und SS1 ohne Drehzahlüberwachung zugelassen.

3.6 Empfehlungen für den stabilen Betrieb

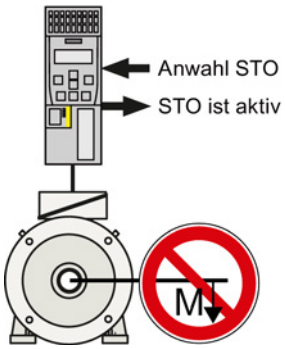
Für einen störungsfreien Betrieb des Umrichters mit frei gegebenen erweiterten Funktionen müssen die folgenden Voraussetzungen erfüllt sein:

- Motor und Umrichter sind für diese Applikation ausreichend dimensioniert:
  - Der Umrichter wird unterhalb seiner Stromgrenze belastet.
  - Die Bemessungsströme von Motor und Umrichter dürfen sich nicht um mehr als Faktor 5 unterscheiden:

    Umrichter-Bemessungsstrom / Motor-Bemessungsstrom < 5 (r0207[0] / p0305 < 5).
- Stellen Sie vor der Inbetriebnahme der Sicherheitsfunktionen die Regelung optimal ein:
  - Führen Sie eine Motordatenidentifikation im Stillstand durch.
  - Führen Sie eine drehende Messung durch.
  - Vermeiden Sie mehrfache Überschwingungsvorgänge der Drehzahl nach einer Sollwertänderung.
  - Vermeiden Sie Reversiervorgänge des Motors innerhalb von weniger als 2 s.

3.7 Safe Torque Off (STO)

Wie funktioniert die Sicherheitsfunktion STO?



Der Umrichter mit aktiver Funktion STO verhindert den unbeabsichtigten Anlauf von Maschinenkomponenten.

Tabelle 3- 2 Funktionsweise von STO

	Safe Torque Off (STO)	Mit STO verknüpfte Standardfunktionen des Umrichters
1.	Der Umrichter erkennt die Anwahl von STO über einen sicheren Eingang oder über die sichere Kommunikation PROFIsafe.	---
2.	Der Umrichter unterbindet die Energiezufuhr des Motors. Bei aktivem STO erzeugt der Motor kein Drehmoment.	Wenn Sie eine Motorhaltebremse verwenden, schließt der Umrichter die Bremse.
3.	Der Umrichter meldet "STO ist aktiv" über einen sicheren Ausgang oder über die sichere Kommunikation PROFIsafe.	---

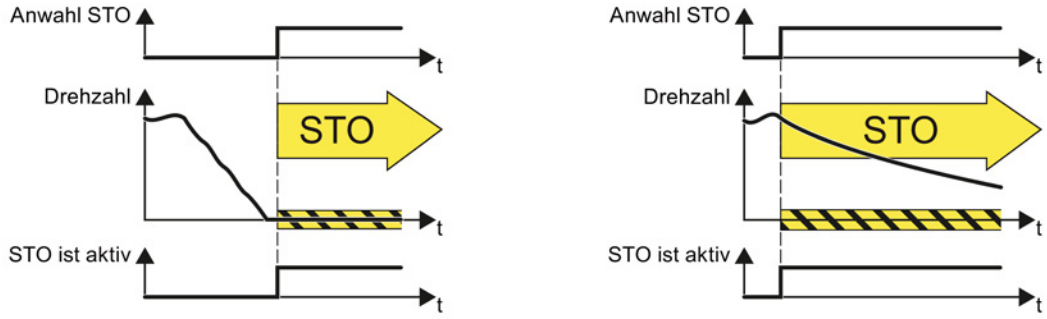


Bild 3-1 Funktionsweise von STO bei stillstehendem und bei drehendem Motor

Wenn der Motor bei Anwahl von STO noch dreht, läuft der Motor zum Stillstand aus.

Die Sicherheitsfunktion STO ist genormt

Die Funktion STO ist in der IEC/EN 61800-5-2 definiert:

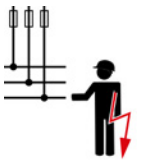
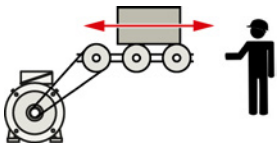
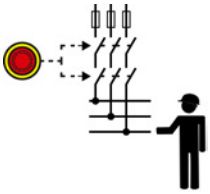
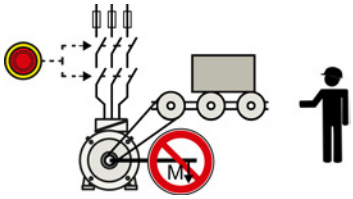
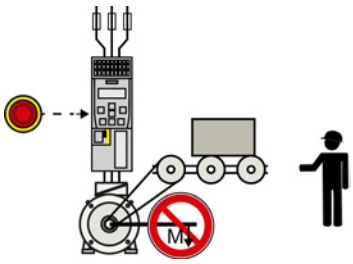
"[…] [Der Umrichter] liefert keine Energie an den Motor, die ein Drehmoment (oder bei einem Linearmotor eine Kraft) erzeugen kann."

Die Umrichter-Funktion STO erfüllt die Definition der Norm.

Die Unterscheidung von Not-Aus und Not-Halt

"Not-Aus" und "Not-Halt" sind Befehle, die unterschiedliche Risiken in der Maschine oder Anlage mindern.

Die Funktion STO eignet sich zur Realisierung eines Not-Halts, aber nicht eines Not-Aus.

Risiko:	Gefahr eines elektrischen Schlags: 	Gefahr einer unerwarteten Bewegung: 
Maßnahme zur Risikominderung:	**Sicher ausschalten** Die elektrische Spannungs-versorgung der Installation komplett oder teilweise ausschalten.	**Sicher stoppen und Wiederanlauf sicher verhindern** Die Gefahr bringende Bewegung anhalten oder verhindern.
Befehl:	**Not-Aus**	**Not-Halt**
Klassische Lösung:	Elektrische Spannung ausschalten: 	Elektrische Spannungsversorgung des Antriebs ausschalten: 
Lösung mit der antriebsintegrierten Sicherheitsfunktion STO:	STO eignet sich nicht zum sicheren Ausschalten einer elektrischen Spannung.	STO anwählen:  Sie dürfen zusätzlich die Spannungs-versorgung des Umrichters ausschalten. Das Ausschalten der Spannung ist aber als Maßnahme zur Risikominderung nicht gefordert.

Anwendungsbeispiele für die Funktion STO

Die Funktion STO passt zu Anwendungen, in denen der Motor bereits stillsteht oder durch Reibung in gefahrlos kurzer Zeit zum Stillstand kommt. STO verkürzt nicht das Nachlaufen von Maschinenkomponenten mit großen Schwungmassen.

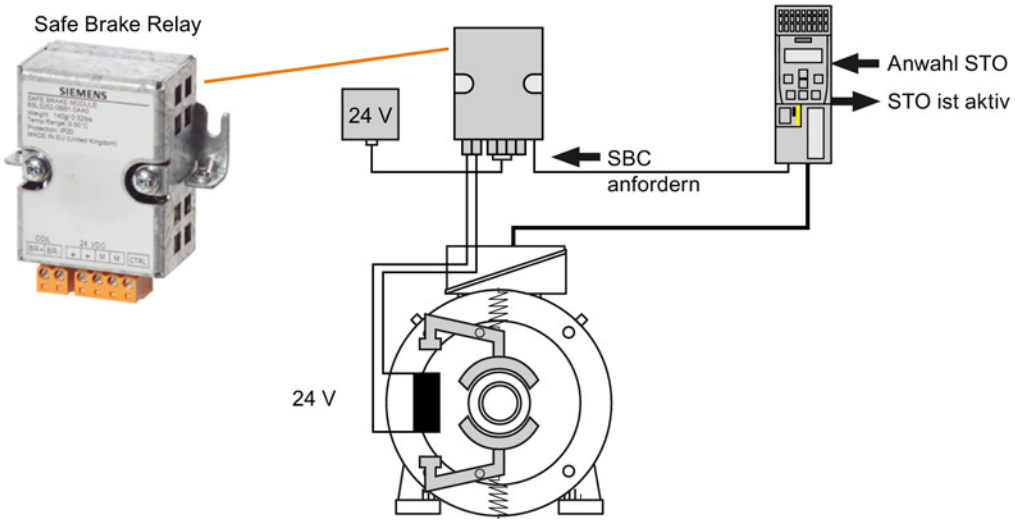
Beispiele	Lösungsmöglichkeit
Beim Betätigen des Not-Halt-Tasters darf ein stillstehender Motor nicht ungewollt beschleunigen.	• Not-Halt-Taster mit einem sicheren Eingang des Umrichters verdrahten. • STO über den sicheren Eingang anwählen.
Ein zentraler Not-Halt-Taster muss verhindern, dass mehrere stillstehende Motoren ungewollt beschleunigen.	• Not-Halt-Taster in einer zentralen Steuerung auswerten. • STO über PROFIsafe anwählen.

3.8 Safe Brake Control (SBC)

Wie funktioniert die Sicherheitsfunktion SBC?

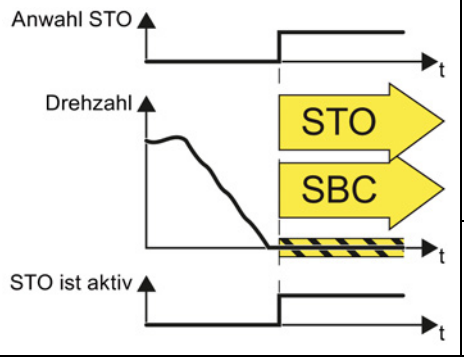
Ein Umrichter mit der Funktion SBC überwacht die Leitungen zu einer elektromagnetischen Bremse und schaltet bei Anforderung die 24-V-Ansteuerung der Bremse sicher ab.

Für die Funktion SBC müssen Sie den Umrichter mit einem Safe Brake Relay ergänzen.



Die Bremse darf sowohl im Motor integriert als auch motor-extern aufgebaut sein.

Tabelle 3- 3 Funktionsweise von SBC

	Safe Brake Control (SBC)		Standard-Funktionen der Bremse
1.	Bei aktiver Funktion STO fordert der Umrichter über die Verbindungsleitung zum Safe Brake Relay die Funktion SBC an. Das Safe Brake Relay schaltet die Versorgungsspannung der angeschlossenen Bremse sicher aus.		Die Bremse schließt sich. Die Bremse hält die Motorwelle in Position.
2.	Der Umrichter meldet "STO ist aktiv" über einen sicheren Ausgang oder über die sichere Kommunikation PROFIsafe.		---

Die sichere Ansteuerung der Bremse bedeutet nicht, dass die Bremse die Last in Position hält. Die Funktion SBC erkennt nicht, ob die Bremse z. B. mechanisch verschlissen oder defekt ist.

Die Sicherheitsfunktion SBC ist genormt

Die Funktion SBC ist in der IEC/EN 61800-5-2 definiert:

"Die SBC-Funktion liefert ein sicheres Ausgangssignal zur Ansteuerung einer externen Bremse."

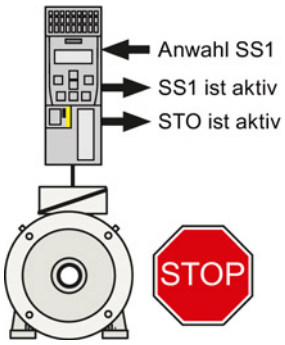
Die Umrichter-Funktion SBC erfüllt die Definition der Norm.

Anwendungsbeispiel für die Funktion SBC

Beispiel	Lösungsmöglichkeit
Nach dem Stopp eines Hubwerks muss der Umrichter die Bremse schließen, um das Risiko einer herabfallenden Last zu mindern.	• Motorhaltebremse über das Safe Brake Relay an den Umrichter anschließen. • STO anwählen beim Stopp des Antriebs.

3.9 Safe Stop 1 (SS1)

Wie funktioniert SS1?

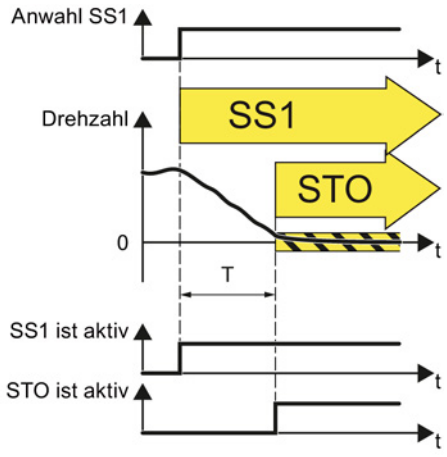


Der Umrichter mit aktiver Funktion SS1 reduziert die Bewegungsenergie von Maschinenkomponenten so weit wie möglich.

Die Funktionsweise von SS1 ist unterschiedlich, je nachdem ob Sie SS1 mit den Basisfunktionen oder mit den erweiterten Funktionen nutzen.

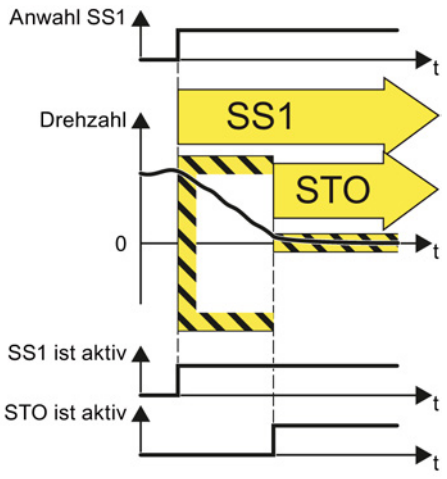
SS1 der Basisfunktionen

Tabelle 3- 4 Funktionsweise von SS1, Anwahl bei drehendem Motor

	Safe Stop 1 (SS1)		Mit SS1 verknüpfte Standard-funktionen des Umrichters
1.	Der Umrichter erkennt die Anwahl von SS1 über einen sicheren Eingang oder über die sichere Kommunikation PROFIsafe.		---
2.	SS1 startet einen sicheren Timer T. Der Umrichter meldet "SS1 ist aktiv".		Der Umrichter bremst den Motor an der AUS3-Rampe.
3.	Nach Ablauf des Timers schaltet der Umrichter das Drehmoment des Motors mit der Funktion STO sicher ab. Der Umrichter meldet "STO ist aktiv" über einen sicheren Ausgang oder über die sichere Kommunikation PROFIsafe.		---

SS1 der erweiterten Funktionen

Tabelle 3- 5 Funktionsweise von SS1, Anwahl bei drehendem Motor

	Safe Stop 1 (SS1)		Mit SS1 verknüpfte Standard-funktionen des Umrichters
1.	Der Umrichter erkennt die Anwahl von SS1 über einen sicheren Eingang oder über die sichere Kommunikation PROFIsafe.		---
2.	Der Umrichter überwacht, ob die Motordrehzahl abnimmt. Der Umrichter meldet "SS1 ist aktiv".		Der Umrichter bremst den Motor an der AUS3-Rampe.
3.	Wenn die Drehzahl des Motors klein genug ist, schaltet der Umrichter das Drehmoment des Motors mit STO sicher ab. Der Umrichter meldet "STO ist aktiv" über einen sicheren Ausgang oder über die sichere Kommunikation PROFIsafe.		---

Die Sicherheitsfunktion SS1 ist genormt

Die Funktion SS1 ist in der IEC/EN 61800-5-2 definiert:

"[…] [1] Auslösen und Überwachen der Größe der Motorverzögerung innerhalb festgelegter Grenzen und Auslösen der STO-Funktion, wenn die Motordrehzahl unter einen festgelegten Grenzwert fällt

oder

[2] Auslösen der Motorverzögerung und nach einer anwendungsspezifischen Zeitverzögerung Auslösen der STO-Funktion."

Die Umrichter-Funktion SS1 der erweiterten Funktionen erfüllt die erste Definition der Norm.

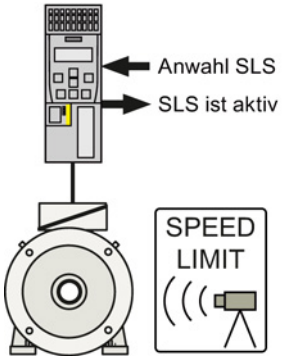
Die Umrichter-Funktion SS1 der Basisfunktionen erfüllt die zweite Definition der Norm.

Anwendungsbeispiel

Beispiel	Lösungsmöglichkeit
Nach dem Betätigen eines Not-Halt Tasters muss ein Antrieb schnellstmöglich bremsen. Der stillstehende Motor darf nicht ungewollt wiederanlaufen.	• SS1 im Umrichter über einen sicheren Eingang oder über PROFIsafe anwählen.

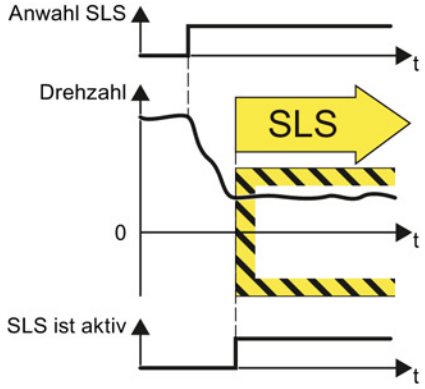
3.10 Safely Limited Speed (SLS)

Wie funktioniert SLS?



Der Umrichter mit aktiver Funktion SLS erlaubt es, die Geschwindigkeit oder Drehzahl einer Maschinenkomponente zu reduzieren und zu überwachen, ohne den Betrieb der Maschine zu unterbrechen.

Tabelle 3- 6 Funktionsweise von SLS, Anwahl bei drehendem Motor

	Safely Limited Speed (SLS)		**Mit SLS verknüpfte Standard-funktionen des Umrichters**
1.	Der Umrichter erkennt die Anwahl von SLS über einen sicheren Eingang oder über die sichere Kommunikation PROFIsafe.		---
2.	SLS erlaubt dem Motor, seine möglicherweise zu hohe Drehzahl innerhalb einer festgelegten Zeit oder an einer festgelegten Bremsrampe zu reduzieren.		Der Umrichter begrenzt den Drehzahlsollwert auf Werte unterhalb der SLS-Überwachung. Wenn der Motor schneller als der Wert der SLS-Überwachung dreht, bremst der Umrichter den Motor an der AUS3-Rampe.
3.	Der Umrichter überwacht den Betrag der aktuellen Drehzahl auf die eingestellte SLS-Überwachung. Der Umrichter meldet "SLS ist aktiv" über einen sicheren Ausgang oder über die sichere Kommunikation PROFIsafe. Wenn die Motordrehzahl die SLS-Überwachung überschreitet, reagiert der Umrichter mit einem "sicheren Stopp" und bremst den Motor so schnell wie möglich.		Der Umrichter begrenzt den Drehzahlsollwert auf Werte unterhalb der SLS-Überwachung.

Die Sicherheitsfunktion SLS ist genormt

Die Funktion SLS ist in der IEC/EN 61800-5-2 definiert:

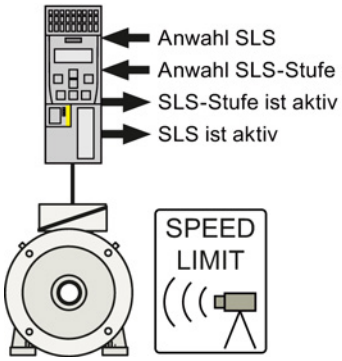
"Die Funktion SLS verhindert, dass der Motor die festgelegte Begrenzung der Geschwindigkeit überschreitet."

Die Umrichter-Funktion SLS erfüllt die Definition der Norm.

Anwendungsbeispiele für die Funktion SLS

Beispiele	Lösungsmöglichkeit
Einrichtbetrieb: Der Maschinenbediener muss den Gefahrenbereich einer Maschine betreten und Material von Hand in einen Maschinenteil einführen.	• SLS im Umrichter über einen sicheren Eingang oder PROFIsafe anwählen. • Der Umrichter begrenzt und überwacht die Geschwindigkeit des Maschinenteils.
Eine Drehmaschine darf eine bestimmte Maximaldrehzahl nicht überschreiten, um das Bohrfutter vor Zerstörung zu schützen.	

Funktionserweiterung: SLS-Stufen wählen

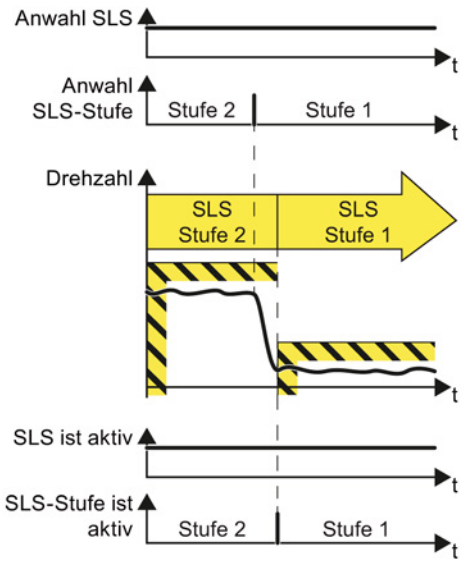


Erweiterung der Funktion SLS um mehrere SLS-Stufen:

- Die Geschwindigkeitsüberwachung der Funktion SLS lässt sich auf maximal 4 SLS-Stufen verfeinern.
- Der Umrichter braucht zusätzliche sichere Signale zur Anwahl einer SLS-Stufe und zur Rückmeldung, welche SLS-Stufe aktiv ist.

Als Beispiel ist die Umschaltung von einer größeren SLS-Stufe 2 auf eine kleinere SLS-Stufe 1 beschrieben.

Tabelle 3- 7 Umschaltung von SLS-Stufe 2 auf SLS-Stufe 1

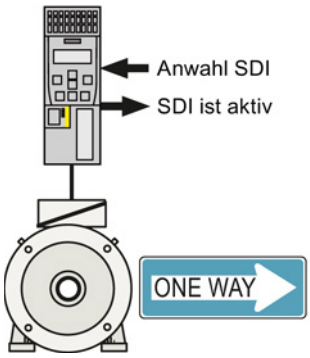
	Safely Limited Speed (SLS)		**Mit SLS verknüpfte Standardfunktionen des Umrichters**
1.	Der Umrichter meldet "SLS-Stufe 2 ist aktiv" über die sichere Kommunikation PROFIsafe.		Der Umrichter begrenzt den Drehzahlsollwert auf Werte unterhalb der SLS-Stufe 2.
2.	Der Umrichter erkennt die Anwahl der SLS-Stufe 1 über die sichere Kommunikation PROFIsafe.		
3.	SLS erlaubt dem Motor, seine möglicherweise zu hohe Drehzahl innerhalb einer festgelegten Zeit oder an einer festgelegten Bremsrampe zu reduzieren.		Der Umrichter begrenzt den Drehzahlsollwert auf Werte unterhalb der SLS-Stufe 1. Wenn der Motor schneller als der Wert der SLS-Überwachung dreht, bremst der Umrichter den Motor an der AUS3-Rampe.
4.	Der Umrichter überwacht den Betrag der aktuellen Drehzahl auf SLS-Stufe 1. Der Umrichter meldet "SLS-Stufe 1 ist aktiv" über die sichere Kommunikation PROFIsafe.		Der Umrichter begrenzt den Drehzahlsollwert auf Werte unterhalb der SLS-Stufe 1.

Anwendungsbeispiel für die Wahl der SLS-Stufen

Beispiele	**Lösungsmöglichkeit**
Eine Kreissäge darf je nach Sägeblattdurchmesser eine bestimmte Maximaldrehzahl nicht überschreiten.	• SLS und entsprechende SLS-Stufe im Umrichter über PROFIsafe anwählen.

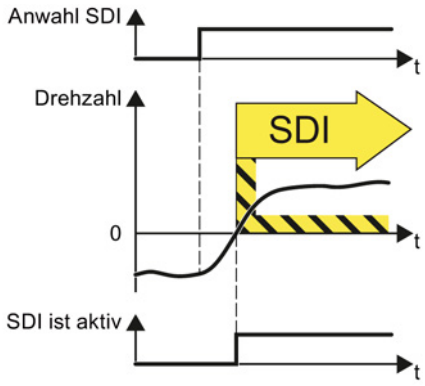
3.11 Safe Direction (SDI)

Wie funktioniert SDI?



Der Umrichter mit aktiver Funktion SDI verhindert, dass sich eine Maschinenkomponente in die unerlaubte Richtung bewegt.

Tabelle 3- 8 Funktionsweise von SDI, Anwahl bei drehendem Motor

	Safe Direction (SDI)		Mit SDI verknüpfte Standard-funktionen des Umrichters
1.	Der Umrichter erkennt die Anwahl von SDI über einen sicheren Eingang oder über die sichere Kommunikation PROFIsafe.		---
2.	SDI erlaubt dem Motor, seine möglichweise falsche Drehrichtung innerhalb einer festgelegten Zeit oder an einer festgelegten Bremsrampe zu stoppen.		Der Umrichter begrenzt den Drehzahlsollwert auf Werte in der gewählten Drehrichtung. Wenn der Motor in die nicht erlaubte Richtung dreht, bremst der Umrichter den Motor an der AUS3-Rampe.
3.	Der Umrichter überwacht die Richtung der aktuellen Drehzahl. Der Umrichter meldet "SDI ist aktiv" über einen sicheren Ausgang oder über die sichere Kommunikation PROFIsafe. Wenn der Motor in die nicht erlaubte Richtung dreht, reagiert der Umrichter mit einem "sicheren Stopp" und bremst den Motor so schnell wie möglich.		Der Umrichter begrenzt den Drehzahlsollwert auf Werte in der gewählten Drehrichtung.

Die Sicherheitsfunktion SDI ist genormt

Die Funktion SDI ist in der IEC/EN 61800-5-2 definiert:

"Die Funktion SDI verhindert, dass sich die Motorwelle in die unbeabsichtigte Richtung bewegt."

Die Umrichter-Funktion SDI erfüllt die Definition der Norm.

Anwendungsbeispiele

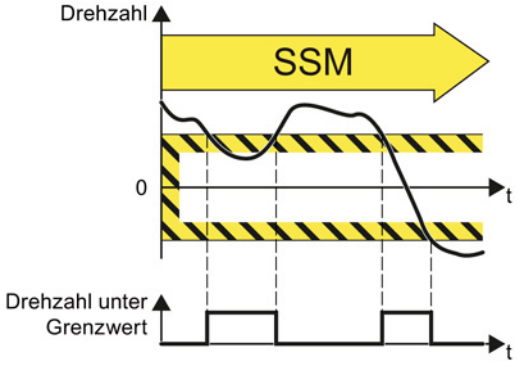
Beispiel	Lösungsmöglichkeit
Beim Plattentausch von Druckzylindern darf sich der Antrieb nur in die sichere Richtung bewegen.	• SDI im Umrichter über einen sicheren Eingang oder PROFIsafe anwählen. • Nicht erlaubte Drehrichtung im Umrichter sperren.
Ein Rolltor darf nach Auslösen des Einklemmschutzes nur noch zum Öffnen auffahren.	
Die Laufkatze eines Krans darf im Betriebsendschalter nur in der Gegenrichtung starten.	
Zum manuellen Reinigen der Rolle in einer Druckmaschine darf sich die Rolle nur in eine bestimmte Richtung drehen.	

3.12 Safe Speed Monitoring (SSM)

Wie funktioniert SSM?

Der Umrichter mit aktiver Funktion SSM meldet, ob die Geschwindigkeit oder Drehzahl einer Maschinenkomponente oberhalb oder unterhalb eines Grenzwerts liegt.

Tabelle 3- 9 Funktionsweise von SSM

	Safe Speed Monitoring (SSM)		**Mit SSM verknüpfte Standardfunktionen des Umrichters**
1.	Die Funktion SSM lässt sich nicht durch externe Steuersignale an- oder abwählen, sondern ist bei entsprechender Einstellung immer aktiv.		---
2.	Der Umrichter vergleicht die Motordrehzahl mit einem einstellbaren Grenzwert.		
3.	Falls die Drehzahl kleiner als der Grenzwert ist, meldet der Umrichter "Drehzahl unter Grenzwert" über einen sicheren Ausgang oder über die sichere Kommunikation PROFIsafe.		

Die Sicherheitsfunktion SSM ist genormt

Die Funktion SSM ist in der IEC/EN 61800-5-2 definiert:

"Die Funktion SSM liefert ein sicheres Ausgangssignal, um anzuzeigen, ob die Motordrehzahl unterhalb eines festgelegten Grenzwertes liegt."

Die Umrichter-Funktion SSM erfüllt die Definition der Norm.

Anwendungsbeispiel

Beispiel	**Lösungsmöglichkeit**
Eine Zentrifuge darf nur unterhalb einer bestimmten Geschwindigkeit befüllt werden.	Der Umrichter überwacht sicher die Drehzahl der Zentrifuge und gibt die Weiterschaltung in der Prozesskette über PROFIsafe mit dem Statusbit "Drehzahl unter Grenzwert" frei.

Installieren

4

4.1 Umrichter installieren

Vorgehen

Die folgende Übersicht zeigt das Vorgehen zur Installation eines Umrichters mit integrierten Sicherheitsfunktionen. Der grau markierte Schritt ist in diesem Handbuch beschrieben. Für die nicht markierten Schritte brauchen Sie Beschreibungen in anderen Handbüchern.

Gehen Sie folgendermaßen vor:

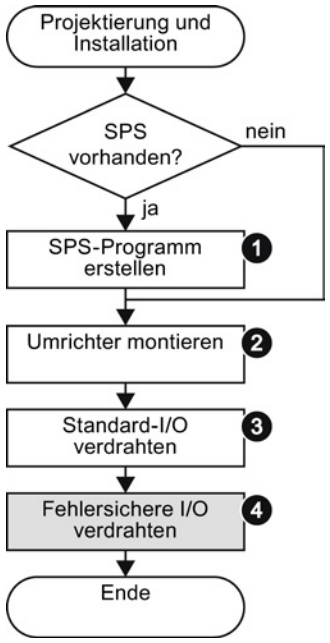
1. Wenn Sie eine übergeordnete Steuerung (SPS) verwenden, erstellen Sie zunächst Ihr Steuerungs-Programm.
2. Montieren Sie den Umrichter.

   → Betriebsanleitung Ihres Umrichters.
3. Schließen Sie den Umrichter ans Netz an und verdrahten Sie die Standard-Ein- und Ausgänge des Umrichters.

   → Betriebsanleitung Ihres Umrichters.
4. Verdrahten Sie die sicheren Ein- und Ausgänge

   → in diesem Handbuch: Ansteuern über F-DI (Seite 49).

   → in diesem Handbuch: Auswerten über F-DO (Seite 70).



Sie haben den Umrichter installiert und für die Inbetriebnahme vorbereitet.

4.2 Anbindung über PROFIsafe

4.2.1 Übersicht der PROFIsafe-Anbindungen

Kommunikation über PROFIsafe

Für die Kommunikation über PROFIsafe müssen Sie den Umrichter entweder über PROFIBUS oder PROFINET an eine zentrale fehlersichere Steuerung (F-CPU) anbinden.

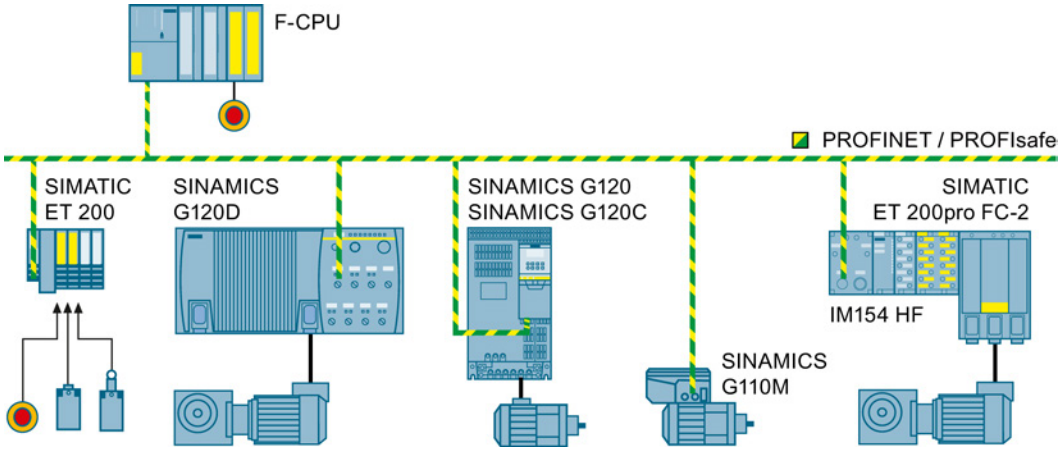


Bild 4-1 PROFIsafe-Kommunikation zwischen F-CPU und Umrichter, z. B. über PROFINET

Der Umrichter SIMATIC ET 200pro FC-2 hat keine eigene PROFIsafe-Schnittstelle. Die zentrale F-CPU steuert die Sicherheitsfunktionen des ET 200pro FC-2 über ein "High Feature"-Interface Modul und das PROFIsafe-Modul "F-Switch" an.

Das Modul F-Switch schaltet die "F0-" und "F1-Schiene" im Rückwandbus des ET-200pro-Systems. Der Umrichter wertet die F0-Schiene über einen internen sicheren Eingang aus.

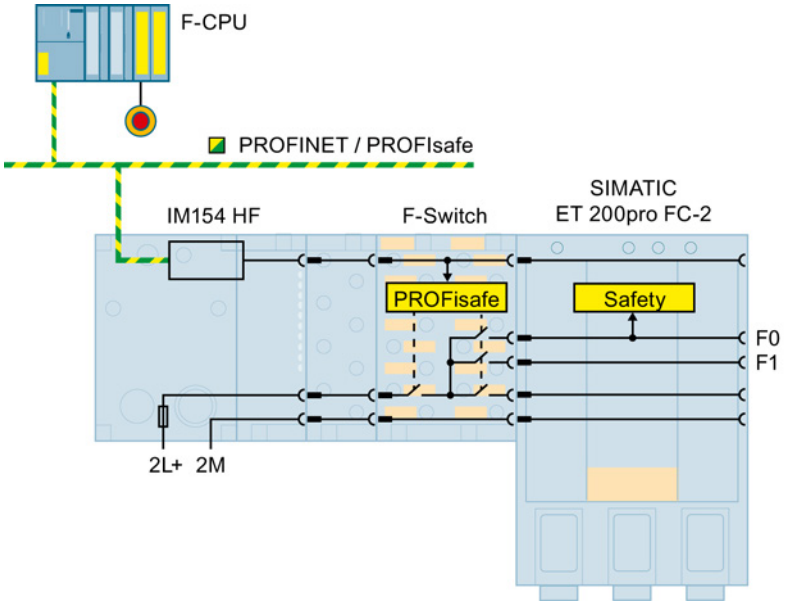


Bild 4-2 F-Switch zur PROFIsafe-Anbindung des Umrichter ET 200pro FC-2, z. B. über PROFINET

Weitere Informationen zum System ET 200pro und zum Modul F-Switch finden Sie in der Betriebsanleitung "SIMATIC Dezentrales Peripheriesystem ET 200pro". Siehe auch Abschnitt: Handbücher für Ihren Umrichter (Seite 323).

Weitere Aufbaumöglichkeiten zum Modul F-Switch finden Sie im Internet: FAQ (http://support.automation.siemens.com/WW/view/de/26694409).

Shared Device

Die PROFINET-Funktion "Shared Device" ermöglicht den Zugriff von zwei Steuerungen auf dasselbe PROFINET IO-Device, z. B. auf ein SIMATIC ET 200 Peripheriesystem oder auf einen Umrichter. Die typische Anwendung für "Shared Device" sind Anlagen, in denen eine Standard-CPU und eine fehlersichere CPU als getrennte Steuerungen im Einsatz sind:

- Die fehlersichere Steuerung (F-CPU) ist zuständig für die Sicherheitsfunktionen im Umrichter bzw. im SIMATIC ET 200 Peripheriesystem.
- Die Standard-Steuerung überträgt alle anderen Signale.

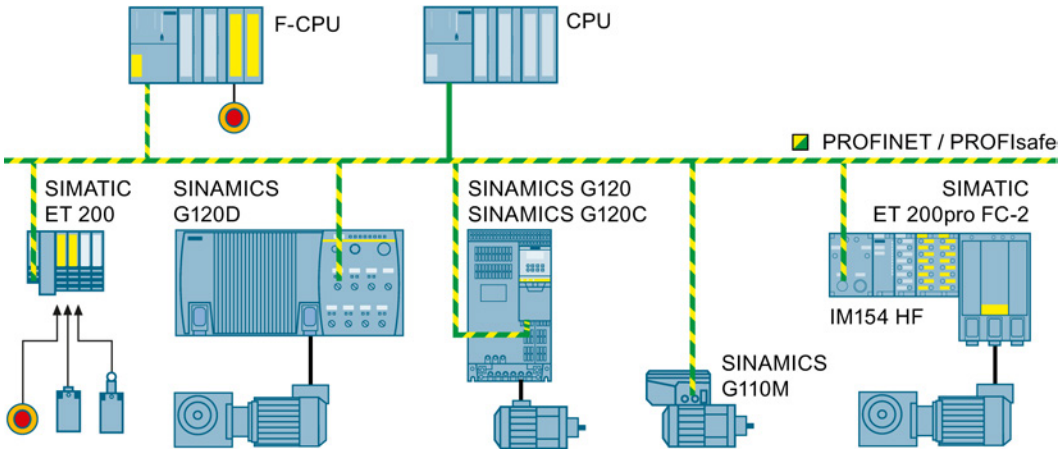


Bild 4-3 Shared device ist mit jedem Umrichter möglich

Kommunikation I-Slave ↔ Slave

Die Möglichkeit, eine F-CPU als I-Slave einzusetzen, gibt es nur über PROFIBUS.

Der Umrichter SIMATIC ET 200pro FC-2 erlaubt die I-Slave-Slave-Kommunikation. Die F-CPU ist einerseits Slave am PROFIBUS und steuert andererseits die Sicherheitsfunktionen des Umrichters über PROFIsafe.

Die PROFIsafe-Kommunikation zwischen den SINAMICS-Umrichtern und einem I-Slave ist nicht möglich.

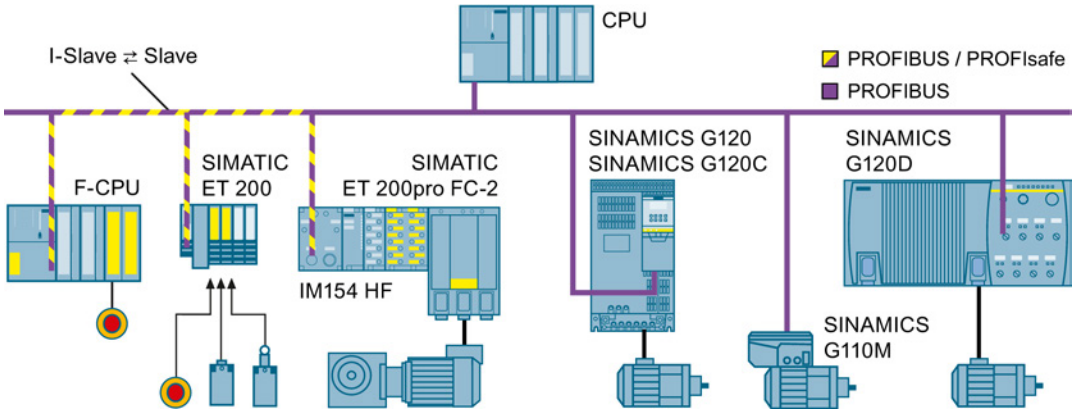


Bild 4-4 Die I-Slave-Slave-Kommunikation ist nur mit ET 200pro FC-2 möglich

PROFIsafe-Kommunikation innerhalb der SIMATIC ET 200pro

Das SIMATIC-ET-200pro-System erlaubt eine auf das System beschränkte sichere Kommunikation:

- Das ET-200pro-System ist Teilnehmer am PROFIBUS oder PROFINET.
- Innerhalb des ET-200pro-Systems steuert das Interfacemodul mit integrierter fehlersicherer Steuerung (IM F-CPU) die Sicherheitsfunktionen des Umrichters über PROFIsafe an.

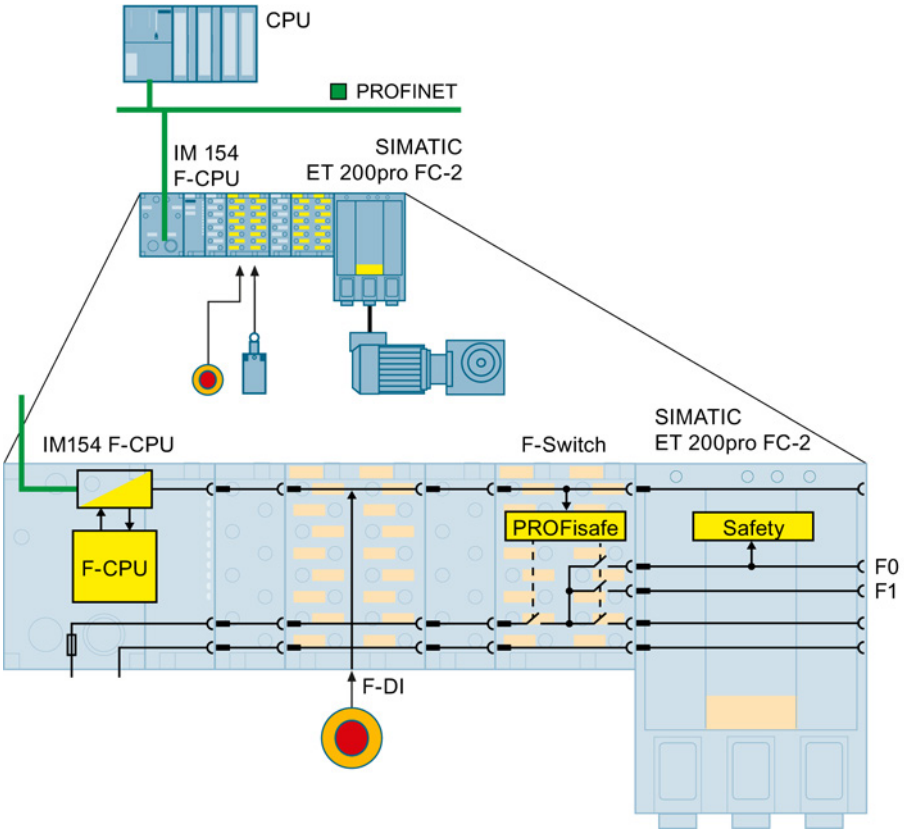
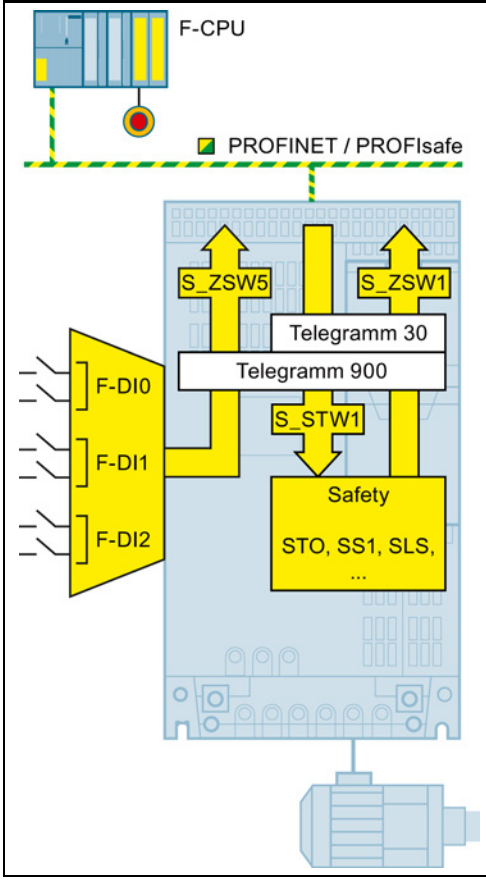


Bild 4-5 Sichere Kommunikation zwischen IM F-CPU und Umrichter innerhalb einer ET 200pro, z. B. am PROFINET

4.2.2 PROFIsafe-Telegramme

Für den Datenaustausch über PROFIsafe zwischen Umrichter und übergeordneter Steuerung stehen zwei Telegramme zur Verfügung.

Tabelle 4- 1 PROFIsafe-Telegramme

Übersicht am Beispiel PROFINET / PROFIsafe	**Telegramm**	**Prozessdaten (PZD)**	
		PZD1	**PZD2**
	**Telegramm 30** PZD 1/1	S_STW1	---
		S_ZSW1	---
	Telegramm 900 PZD 2/2	S_STW1	S_STW5
		S_ZSW1	S_ZSW5
	Die übergeordnete Steuerung wählt über das Steuerwort S_STW1 die Sicherheitsfunktionen im Umrichter an. Im Zustandswort S_ZSW1 meldet der Umrichter den Status der Sicherheitsfunktionen an die Steuerung. Das Telegramm 900 des PROFIsafe-Profils enthält zusätzlich das Steuer- und Zustandswort 5. Im Zustandswort S_ZSW5 überträgt der Umrichter den Zustand der sicheren Eingänge an die Steuerung.		

S_STW: Steuerwort Safety; S_ZSW: Zustandswort Safety

4.2.3 Steuerwort 1 und Zustandswort 1 (Basisfunktionen)

Tabelle 4- 2 Steuerwort 1 (Bit 0 … 15)

Byte	Bit	Funktion	Bemerkung	
0	0	STO	0	STO anwählen
			1	STO abwählen
	1	SS1	0	SS1 anwählen
			1	SS1 abwählen
	2 … 6	*Nicht relevant*		
	7	Internal Event ack	0	Störungen nicht quittieren
			1 → 0	"Internes Ereignis" quittieren beim Signalwechsel 1 → 0
1	*8 … 15*	*Nicht relevant*		

Tabelle 4- 3 Zustandswort 1 (Bit 0 … 15)

Byte	Bit	Funktion	Bemerkung	
0	0	Power removed	0	STO ist nicht aktiv
			1	STO ist aktiv
	1	SS1 aktiv	0	SS1 ist nicht aktiv
			1	SS1 ist aktiv
	2 … 6	*Nicht relevant*		
	7	Internal Event	0	Fehlerfreier Betrieb
			1	Der Umrichter meldet ein "internes Ereignis"
1	*8 … 15*	*Nicht relevant*		

4.2.4 Steuerwort 1 und Zustandswort 1 (Erweiterte Funktionen)

Tabelle 4- 4 Steuerwort 1 (Bit 0 … 15)

Byte	Bit	Funktion	Bemerkung			
0	0	STO	0	STO anwählen		
			1	STO abwählen		
	1	SS1	0	SS1 anwählen		
			1	SS1 abwählen		
	2, 3	*Nicht relevant*				
	4	SLS	0	SLS anwählen		
			1	SLS abwählen		
	5, 6	*Nicht relevant*				
	7	Internal event ack	0	Störungen nicht quittieren		
			1 → 0	"Internes Ereignis" quittieren beim Signalwechsel 1 → 0		
1	*0*	*Nicht relevant*				
	1	SLS-Stufe Bit 0	SLS-Stufe wählen		Bit 10	Bit 9
				Stufe 1	0	0
	2	SLS-Stufe Bit 1		Stufe 2	0	1
				Stufe 3	1	0
				Stufe 4	1	1
	3	*Nicht relevant*				
	4	SDI positiv	0	SDI mit positiver Drehrichtung anwählen		
			1	SDI mit positiver Drehrichtung abwählen		
	5	SDI negativ	0	SDI mit negativer Drehrichtung anwählen		
			1	SDI mit negativer Drehrichtung abwählen		
	6, 7	*Nicht relevant*				

Tabelle 4- 5 Zustandswort 1 (Bit 0 … 15)

Byte	Bit	Funktion	Bemerkung				
0	0	Power removed	0	STO ist nicht aktiv			
			1	STO ist aktiv			
	1	SS1 aktiv	0	SS1 ist nicht aktiv			
			1	SS1 ist aktiv			
	2, 3	*Nicht relevant*					
	4	SLS aktiv	0	SLS ist nicht aktiv			
			1	SLS ist aktiv			
	5, 6	*Nicht relevant*					
	7	Internal Event	0	Fehlerfreier Betrieb			
			1	Der Umrichter meldet ein "internes Ereignis"			
1	*0*	*Nicht relevant*					
	1	SLS-Stufe Bit 0	SLS-Stufe ist aktiv			Bit 10	Bit 9
	2	SLS-Stufe Bit 1			Stufe 1 Stufe 2 Stufe 3 Stufe 4	0 0 1 1	0 1 0 1
	3	*Nicht relevant*					
	4	SDI positiv aktiv	0	SDI positive Drehrichtung ist nicht aktiv			
			1	SDI positive Drehrichtung ist aktiv			
	5	SDI negativ aktiv	0	SDI negative Drehrichtung ist nicht aktiv			
			1	SDI negative Drehrichtung ist aktiv			
	6	*Nicht relevant*					
	7	Status SSM	0	Betrag der Drehzahl ist größer als SSM-Grenzwert			
			1	Betrag der Drehzahl ist kleiner als SSM-Grenzwert			

4.2.5 Steuerwort 5 und Zustandswort 5

Tabelle 4- 6 Steuerwort 5 (Bit 0 … 15)

Byte	Bit	Funktion	Bemerkung
0 … 1	0 … 15	*Reserviert*	Belegen Sie die reservierten Bits mit dem Wert 0.

Tabelle 4- 7 Zustandswort 5 (Bit 0 … 15)

Byte	Bit	Funktion	Bemerkung		SINAMICS G120	SINAMICS G120D
0	0 … 7	*Reserviert*	-			
1	**8**	**Zustand der sicheren Eingänge**	0	LOW-Signal (0 V)	an Klemme 5 und 6	an Pin X7.2 und X7.4
			1	HIGH-Signal (24 V)		
	9		0	LOW-Signal (0 V)	an Klemme 7 und 8	an Pin X8.2 und X8.4
			1	HIGH-Signal (24 V)		
	10		0	LOW-Signal (0 V)	an Klemme 16 und 17	an Pin X9.2 und X9.4
			1	HIGH-Signal (24 V)		
	11 … 15	*Reserviert*	-			

Eine Übersicht der sicheren Eingänge finden Sie im Abschnitt Sichere Eingänge (Seite 49).

Wenn ein der beiden folgenden Bedingungen erfüllt ist, setzt der Umrichter das jeweilige Bit 8 … 10 im Zustandswort 5 unabhängig von den anliegenden Spannungspegeln auf Null:

- Der entsprechende sichere Eingang ist nicht verwendet.
- Der Umrichter hat den entsprechenden sicheren Eingang wegen Diskrepanz deaktiviert.

4.3 Ansteuern über F-DI

4.3.1 Sichere Eingänge

In der Werkseinstellung des Umrichters sind die sicheren Eingänge den integrierten Sicherheitsfunktionen nicht zugeordnet. Erst bei der Inbetriebnahme legen Sie fest, ob Sie z. B. die Digitaleingänge DI 4 und DI 5 für Standardfunktionen nutzen oder durch Zusammenfassung ein sicherer Eingang entsteht.

Der Umrichter SIMATIC ET 200pro FC-2 besitzt keine direkt zugänglichen sicheren Eingänge. Wenn Sie die Sicherheitsfunktion dieses Umrichters über einen Eingang innerhalb der ET-200pro-Station ansteuern wollen, brauche Sie eines der Module F-RSM oder F-Switch.

Verdrahtungsbeispiele finden Sie im nachfolgenden Abschnitt, siehe auch Verdrahtungsbeispiele (Seite 53).

Zuordnung der sicheren Eingänge

Tabelle 4- 8 Umrichter (Einbaugeräte IP20) mit nur einem sicheren Eingang

SINAMICS G120C	SINAMICS G120 mit Control Unit CU240E-2 CU240E-2 DP CU240E-2 PN	Klemmenleiste	Digitaleingang	Sicherer Eingang
		16	DI 4	F-DI 0
		17	DI 5	

Tabelle 4- 9 Umrichter (Einbaugeräte IP20) mit mehreren sicheren Eingängen

SINAMICS G120 mit Control Unit CU240E-2 F CU240E-2 DP-F CU240E-2 PN-F CU250S-2 CU250S-2 CAN CU250S-2 DP CU250S-2 PN	**Klemmenleiste**	**Digitaleingang**	**Sichere Eingänge**	
			Basisfunktionen	**Erweiterte Funktionen**
	5	DI 0	-	F-DI 0
	6	DI 1		
	7	DI 2		F-DI 1
	8	DI 3		
	16	DI 4	F-DI 0	F-DI 2
	17	DI 5		

Tabelle 4- 10 Umrichter für den schaltschranklosen Aufbau (IP65) mit nur einem sicheren Eingang

	Stecker.Pin	**Digitaleingang**	**Sicherer Eingang**
SINAMICS G120D mit Control Unit CU240D-2 DP CU240D-2 PN	X9.4	DI 4	F-DI 0
	X9.2	DI 5	
SINAMICS G110M	X8.4	DI 2	F-DI 0
	X8.2	DI 3	

Tabelle 4- 11 Umrichter für den schaltschranklosen Aufbau (IP65) mit mehreren sicheren Eingängen

SINAMICS G120D mit Control Unit CU240D-2 DP-F CU240D-2 PN-F CU240D-2 PN-F PP CU240D-2 PN-F FO CU250D-2 DP-F CU250D-2 PN-F CU250D-2 PN-F PP CU250D-2 PN-F FO	Stecker.Pin	Digitaleingang	Sichere Eingänge	
			Basisfunktionen	Erweiterte Funktionen
	X7.4	DI 0	-	F-DI 0
	X7.2	DI 1		
	X8.4	DI 2		F-DI 1
	X8.2	DI 3		
	X9.4	DI 4	F-DI 0	F-DI 2
	X9.2	DI 5		

Sicherheitsgerichtete Signale, z. B. den Schaltzustand eines Sensors, müssen Sie zweikanalig mit einem sicheren Eingang verdrahten. Der Umrichter wertet das Signal auf zwei getrennten Signalwegen aus.

Welche Geräte darf ich anschließen?

Der sichere Eingang ist für folgende Geräte ausgelegt:

- Anschluss von Sicherheitssensoren, z. B. Not-Halt Befehlsgeräte oder Lichtvorhänge.
- Anschluss von vorverarbeitenden Geräten, z. B. fehlersicheren Steuerungen oder Sicherheitsschaltgeräten.

Signalzustände

Der Umrichter erwartet an seinem sicheren Eingang Signale mit dem gleichen Zustand:

- High-Signal: Die Sicherheitsfunktion ist abgewählt.
- Low-Signal: Die Sicherheitsfunktion ist angewählt.

Fehlererkennung

Der Umrichter wertet Abweichungen der beiden Signale des sicheren Eingangs aus. Der Umrichter erkennt dadurch z. B. folgende Fehler:

- Kabelbruch
- Defekter Sensor

Der Umrichter kann folgende Fehler nicht erkennen:

- Querschluss der beiden Leitungen
- Kurzschluss zwischen Signalleitung und 24-V-Versorgungsspannung

Besondere Maßnahmen bei der Verdrahtung

Bei Leitungsführung über größere Distanzen, z. B. zwischen entfernt stehenden Schaltschränken, haben folgende Möglichkeiten, um das Risiko von beschädigten Leitungen im laufenden Betrieb Ihrer Maschine oder Anlage zu reduzieren:

- Verwenden Sie geschirmte Leitungen mit geerdetem Schirm.
- Verlegen Sie Signalleitungen in Stahlrohren.

4.3.2 Verdrahtungsbeispiele

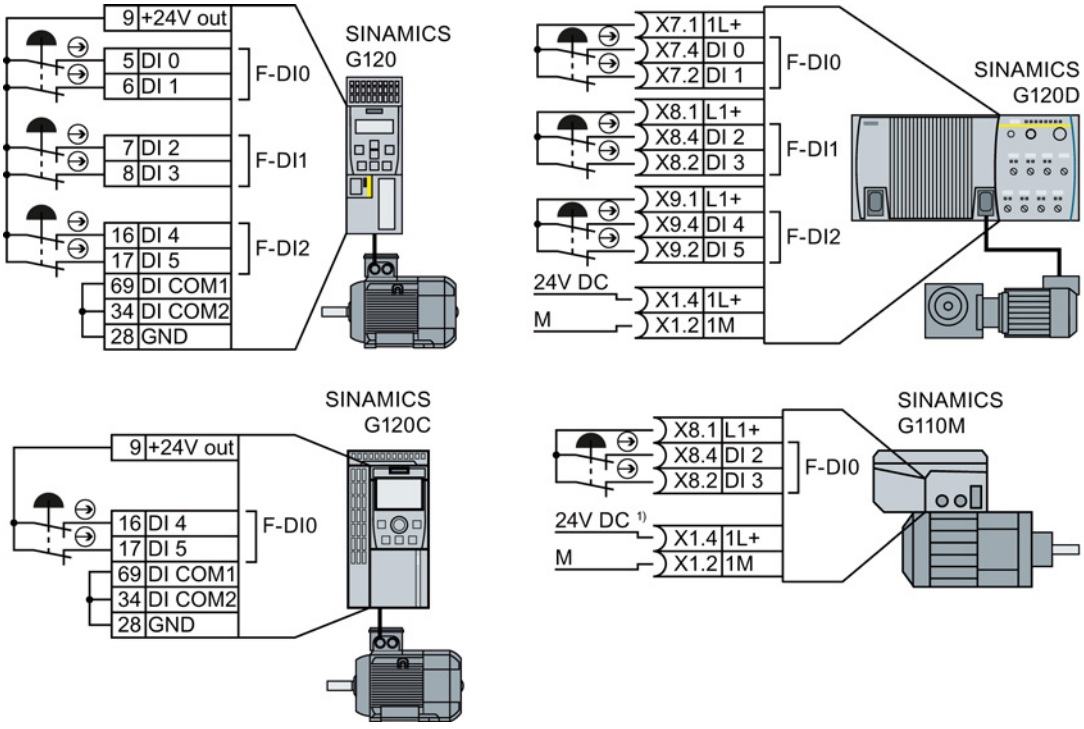
Auf den folgenden Seiten finden Sie Beispiele für die Verschaltung der sicheren Eingänge entsprechend PL d nach EN 13849-1 und SIL2 nach IEC61508.

4.3.2.1 Sensoren anschließen

Elektromechanischer Sensor

Wenn das Risiko von Quer- oder Kurzschlüssen besteht, müssen Sie die Leitungen zwischen dem Sensor und dem Umrichter schützen, z. B. durch Verlegung in einem Stahlrohr.

Umrichter liefert Versorgungsspannung



1) Die 24-V-Einspeisung entfällt bei Verwendung der G110M-Option "24-V-Power-Module"

Bild 4-6 Anschluss eines elektromechanischen Sensors mit Spannungsversorgung vom Umrichter

Externe Versorgungsspannung

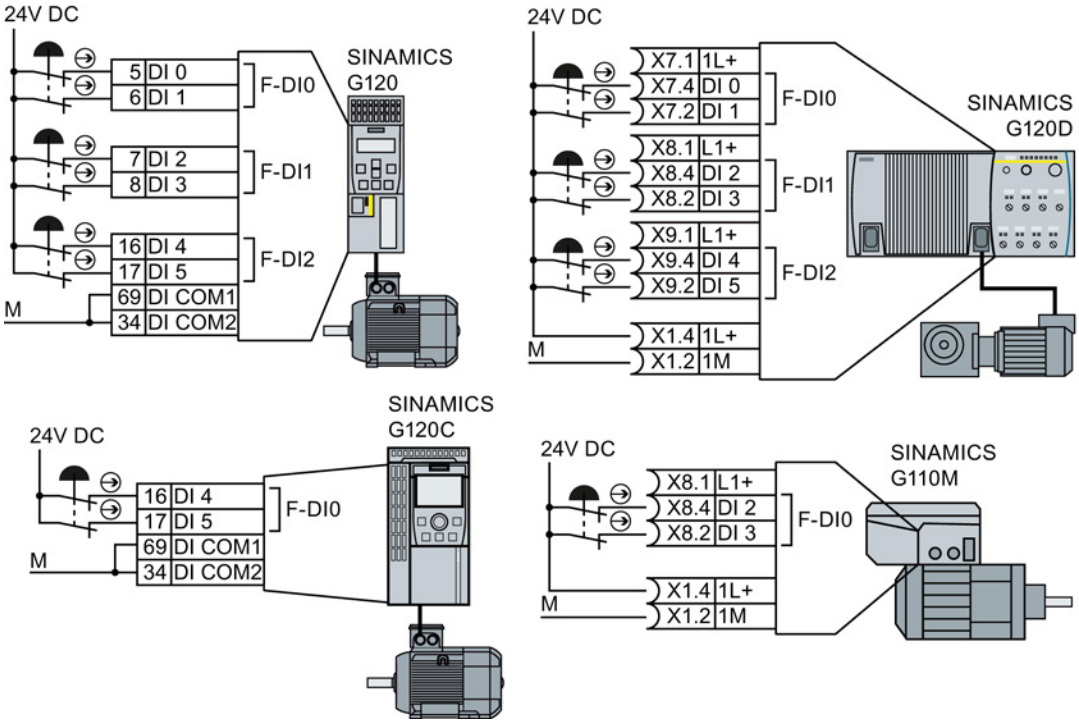


Bild 4-7 Anschluss eines elektromechanischen Sensors mit externer Spannungsversorgung

SIMATIC ET 200pro

Der Umrichter SIMATIC ET 200pro FC besitzt keine eigenen Eingänge. Wenn Sie die Siecherheitsfunktionen des ET 200pro FC-2 direkt über einen Sensor ansteuern wollen, brauchen Sie das Modul F-RSM oder das Modul F-Switch.

Das Modul F-RSM wertet den Sensor aus und schaltet die "F0-Schiene" im Rückwandbus des ET-200pro-Systems. Der Umrichter wertet die F0-Schiene über einen internen sicheren Eingang aus.

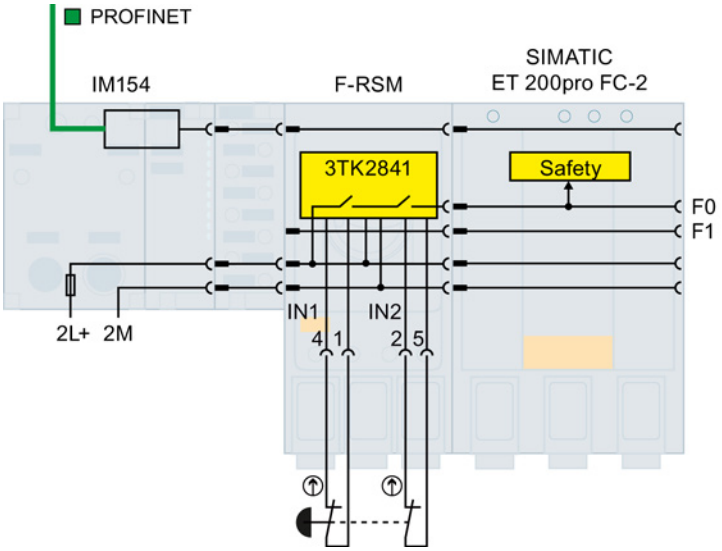


Bild 4-8 Direkte Ansteuerung der Sicherheitsfunktionen im Umrichter ET 200pro FC-2 über das F-RSM-Modul

Das Modul F-Switch wertet den Sensor aus und schaltet unter anderem die "F0-Schiene" im Rückwandbus des ET-200pro-Systems. Der Umrichter wertet die F0-Schiene über einen internen sicheren Eingang aus.

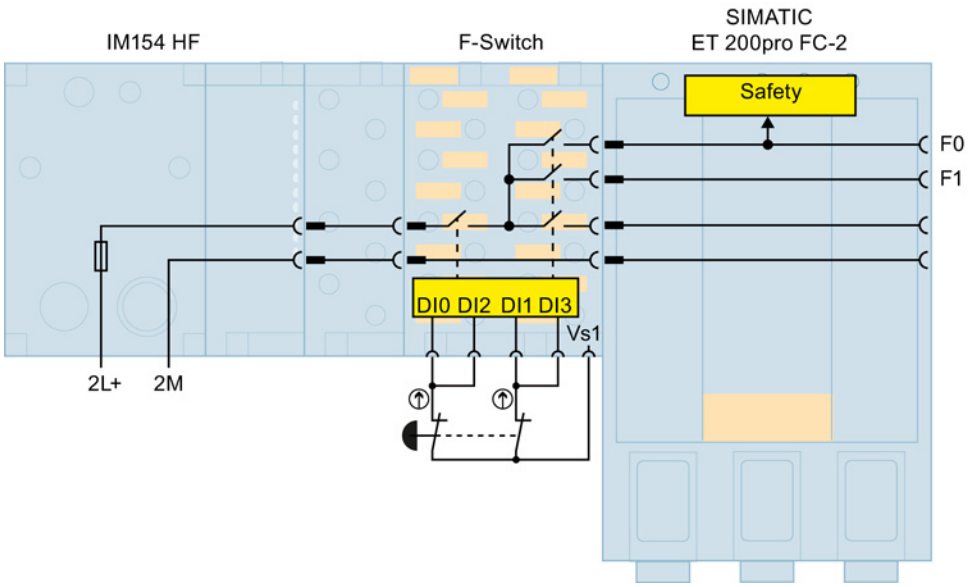


Bild 4-9 Direkte Ansteuerung der Sicherheitsfunktionen im Umrichter ET 200pro FC-2 über das F-SWitch-Modul

Weitere Aufbaumöglichkeiten zu den Modulen F-RSM und F-Switch finden Sie im folgenden FAQ: FAQ (http://support.automation.siemens.com/WW/view/de/26694409).

Reihenschaltung elektromechanischer Sensoren

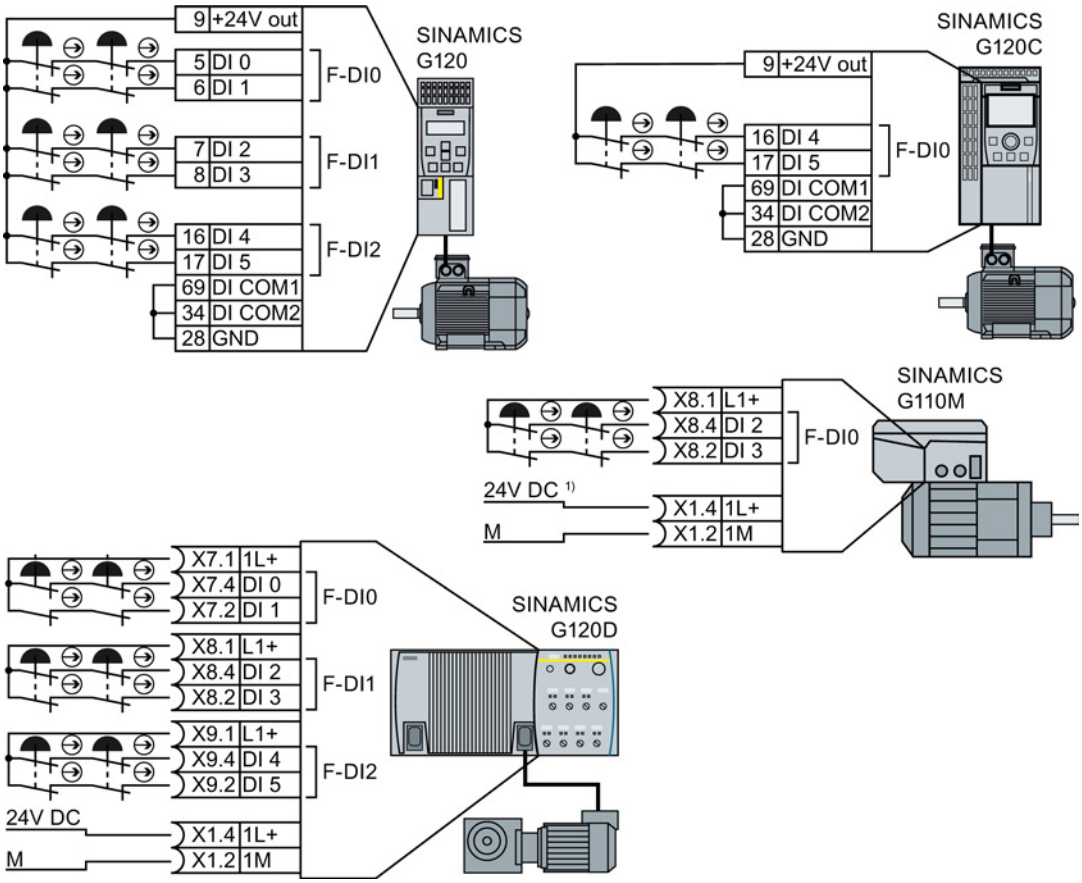
Sie dürfen Not-Halt Befehlsgeräte in Reihe schalten, wenn das gleichzeitige Betätigen der Not-Halt Befehlsgeräte ausgeschlossen ist. Das gleichzeitige Versagen von in Reihe geschalteten Not-Halt Befehlsgeräten kann im Allgemeinen ausgeschlossen werden.

Die Reihenschaltung von Positionsschaltern von Schutztüren ist nach IEC 62061 (SIL) und EN ISO 13849-1 (PL) ebenfalls grundsätzlich zulässig.
Ausnahme: wenn mehrere Schutztüren regelmäßig gleichzeitig geöffnet werden, ist eine Fehleraufdeckung unmöglich und somit eine Reihenschaltung der Positionsschalter unzulässig.

Wenn das Risiko von Quer- oder Kurzschlüssen besteht, müssen Sie die Leitungen zwischen dem Sensor und dem Umrichter schützen, z. B. durch Verlegung in einem Stahlrohr.

Umrichter liefert Versorgungsspannung

Schließen Sie die 24-V-Versorgung des Umrichters an die Sensoren an und verschalten Sie die Bezugspotenziale der verwendeten Eingänge mit GND.



1) Die 24-V-Einspeisung entfällt bei Verwendung der G110M-Option "24-V-Power-Module"

Bild 4-10 Reihenschaltung elektromechanischer Sensoren mit Spannungsversorgung vom Umrichter

Externe Versorgungsspannung

Schließen Sie die externe Versorgungsspannung an die Sensoren an und verschalten Sie die Bezugspotenziale der verwendeten Eingänge mit dem Bezugspotenzial der externen Versorgungsspannung.

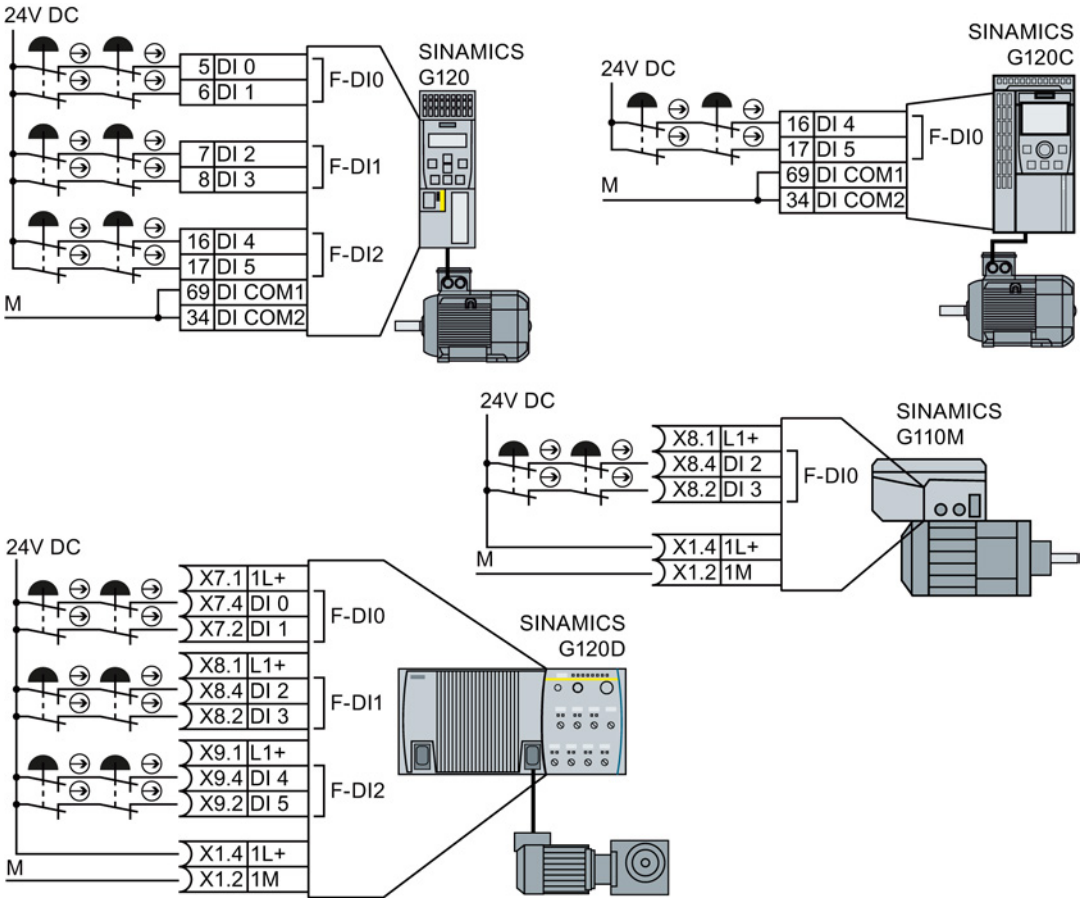


Bild 4-11 Reihenschaltung elektromechanischer Sensoren mit externer Spannungsversorgung

Parallele Ansteuerung mehrerer Umrichter

Sie dürfen mit einem oder mehreren in Reihe geschalteten Sicherheitssensoren die Sicherheitsfunktionen mehrerer Umrichter parallel ansteuern.

Wenn das Risiko von Quer- oder Kurzschlüssen besteht, müssen Sie die Leitungen zwischen dem Sensor und dem Umrichter schützen, z. B. durch Verlegung in einem Stahlrohr.

Umrichter liefert Versorgungsspannung

Schließen Sie die 24 V-Versorgung des Umrichters an die Sensoren an und verschalten Sie die Bezugspotenziale der verwendeten Eingänge mit GND.

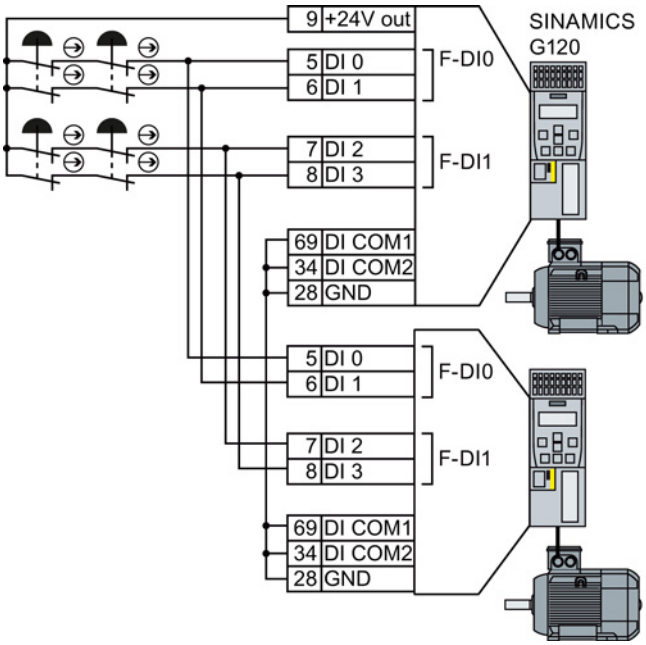


Bild 4-12 Parallele Ansteuerung mehrerer Umrichter mit Spannungsversorgung vom Umrichter

Externe Versorgungsspannung

Schließen Sie die externe Versorgungsspannung an die Sensoren an und verschalten Sie die Bezugspotenziale der verwendeten Eingänge mit dem Bezugspotenzial der externen Versorgungsspannung.

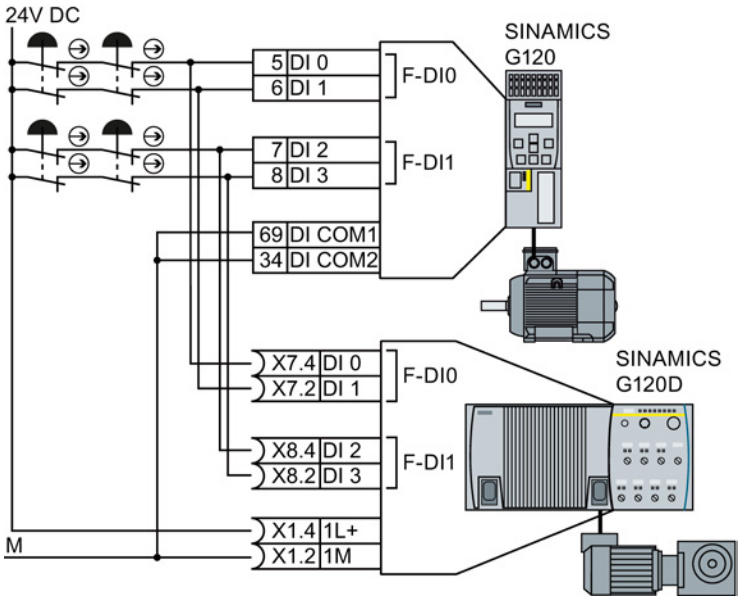


Bild 4-13 Parallele Ansteuerung mehrerer Umrichter mit externer Spannungsversorgung

4.3.2.2 Vorverarbeitende Geräte anschließen

Wenn Sie Sicherheitsschaltgeräte mit elektronischen Freigabekreisen verwenden, dürfen Sie nur solche mit P-schaltenden Ausgängen nutzen. Das Sicherheitsschaltgerät schaltet nur die 24 V-Zuleitung zum Umrichter, aber nicht die Masse-Rückleitung.

Sicherheitsschaltgeräte mit Relais–Freigabekreisen sind nur zulässig, wenn diese intern mindestens zweikanalig ausgeführt sind.

Auf den folgenden Seiten finden Sie Schaltungsbeispiele zu verschiedenen Sicherheitsschaltgeräten. Die Verschaltung hängt davon ab, ob das Sicherheitsschaltgerät und der Umrichter in einem gemeinsamen oder in getrennten Schaltschränken untergebracht sind.

Sicherheitsschaltgerät 3TK28

Die nachfolgend aufgeführten Schaltungsbeispiele sind mit Sicherheitsschaltgeräten mit Relais–Freigabekreisen realisiert. Eine Realisierung über Sicherheitsschaltgeräte mit Halbleiter–Freigabekreisen ist ebenfalls möglich.

Die Abbildungen zeigen lediglich die Verschaltung zwischen Sicherheitsschaltgerät und Umrichter. Informationen zur vollständigen Verdrahtung des Sicherheitsschaltgeräts finden Sie in der produktspezifischen Dokumentation: Sicherheitsschaltgeräte SIRIUS 3TK28 (http://support.automation.siemens.com/WW/view/de/26414637/133300).

Komponenten im gleichen Schaltschrank

Innerhalb eines fachgerecht aufgebauten und verdrahteten Schaltschranks können Beschädigungen oder Querschlüsse von Leitungen ausgeschlossen werden.

Unter der Voraussetzung, dass das vorverarbeitende Gerät den verwendeten Ausgang doppelt schaltet, dürfen Sie innerhalb eines Schaltschranks das Sicherheitsschaltgerät und den Umrichter über eine einkanalige Leitungsführung verschalten. Am Umrichter müssen Sie die beiden Klemmen des sicheren Eingangs miteinander verbinden.

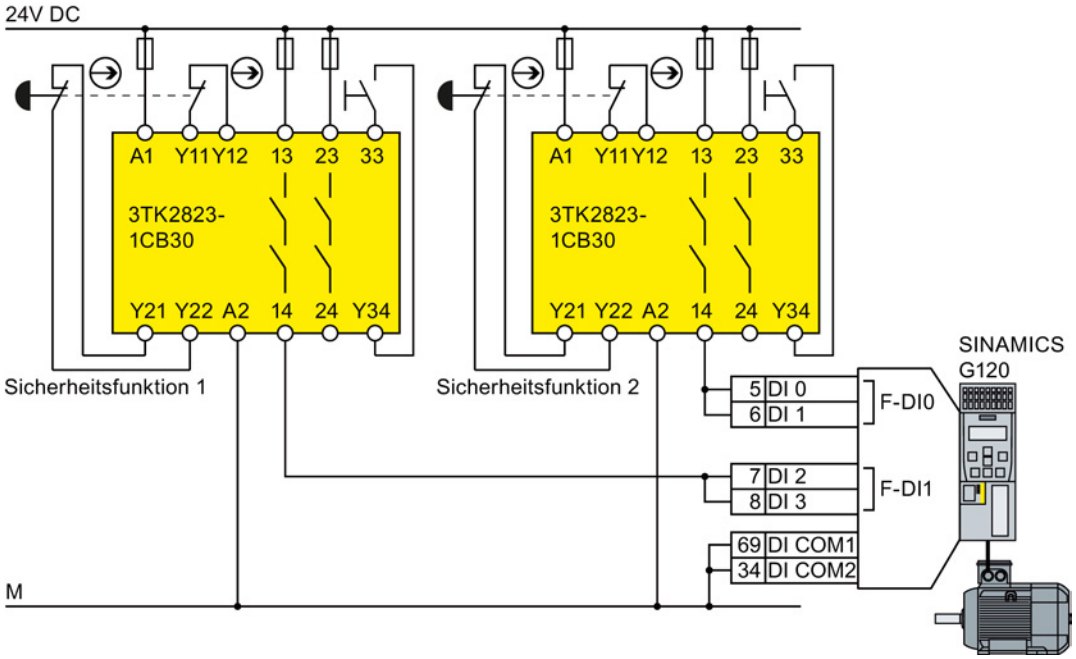


Bild 4-14 Verschaltung von Umrichter und Sicherheitsschaltgerät innerhalb eines Schaltschranks

Komponenten in getrennten Schaltschränken

Bei einem Aufbau in getrennten Schaltschränken müssen Sie die Leitungen zwischen dem Sicherheitsschaltgerät und den sicheren Eingängen des Umrichters vor Quer- und Kurzschluss geschützt verlegen.

Übertragen Sie die beiden Signale zur Ansteuerung einer Sicherheitsfunktion über Adern getrennter Leitungen. Im Beispiel werden die Signale für Klemme 5 und Klemme 7 über die erste Leitung übertragen. Entsprechend liegen die Signale für Klemme 6 und Klemme 8 auf der zweiten Leitung.

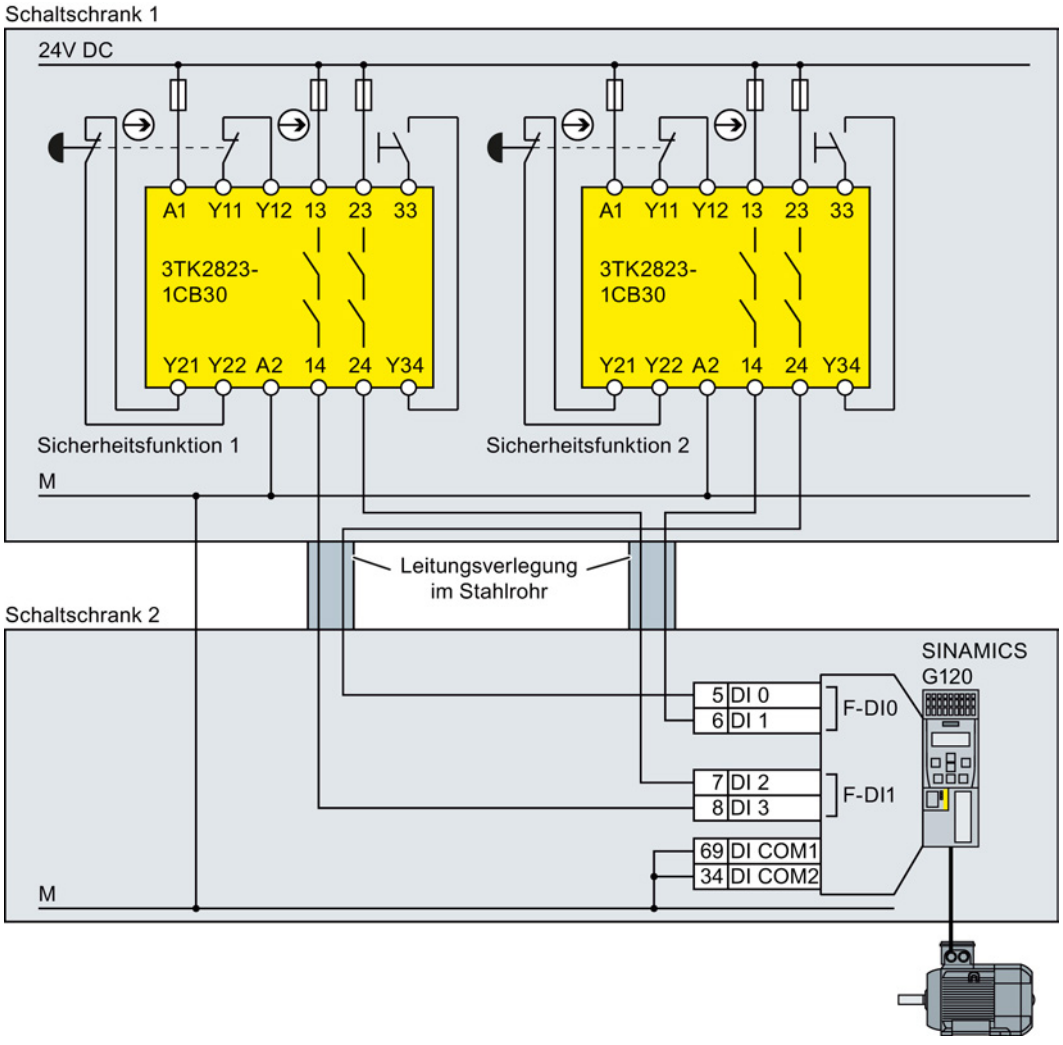


Bild 4-15 Verschaltung von Umrichter und Sicherheitsschaltgerät in getrennten Schaltschränken

Modulares Sicherheitssystem 3RK3

Sie können sowohl die sicheren Ausgänge im Zentralmodul MSS Basic des Modularen Sicherheitssystems 3RK3 als auch die im Erweiterungsmodul EM 2/4F-DI 2F-DO zur Ansteuerung der F-DI des Umrichters nutzen.

Die sicheren Relais-Ausgänge des Erweiterungsmodul EM 2/4F-DI 1/2F-RO dürfen Sie nicht verwenden, da diese intern nur einkanalig aufgebaut sind.

Die Abbildungen zeigen lediglich die Verschaltung zwischen dem Modularen Sicherheitssystem 3RK3 und dem Umrichter. Informationen zur vollständigen Verdrahtung des Modularen Sicherheitssystems 3RK3 finden Sie in der produktspezifischen Dokumentation: Modulares Sicherheitssystem SIRIUS 3RK3 (http://support.automation.siemens.com/WW/view/de/26412499/133300).

Komponenten im gleichen Schaltschrank

Innerhalb eines fachgerecht aufgebauten und verdrahteten Schaltschranks können Beschädigungen oder Querschlüsse von Leitungen ausgeschlossen werden.

Unter der Voraussetzung, dass das vorverarbeitende Gerät den verwendeten Ausgang doppelt schaltet, dürfen Sie innerhalb eines Schaltschranks das Sicherheitsschaltgerät und den Umrichter über eine einkanalige Leitungsführung verschalten. Am Umrichter müssen Sie die beiden Klemmen des sicheren Eingangs miteinander verbinden.

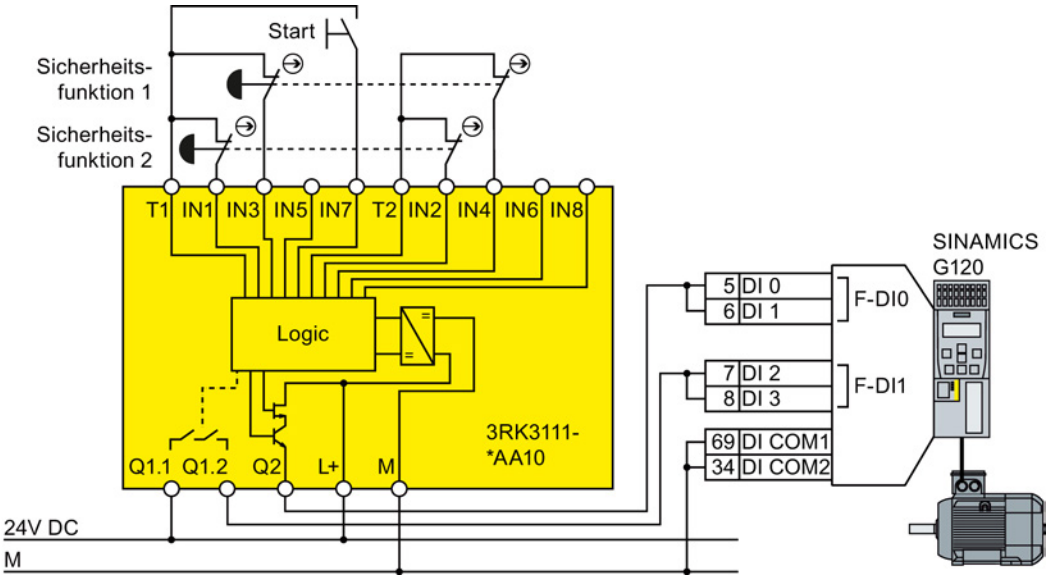


Bild 4-16 Verschaltung von Umrichter und modularem Sicherheitssystem innerhalb eines Schaltschranks

Komponenten in getrennten Schaltschränken

Verlegen Sie die Leitungen zwischen dem modularen Sicherheitssystem und den F-DI des Umrichters bei einem Aufbau in getrennten Schaltschränken geschützt vor Quer- und Kurzschluss.

Übertragen Sie die beiden Signale zur Ansteuerung einer Sicherheitsfunktion über Adern getrennter Leitungen. Im Beispiel werden die Signale für Klemme 5 und Klemme 7 über die erste Leitung übertragen. Entsprechend liegen die Signale für Klemme 6 und Klemme 8 auf der zweiten Leitung.

Wenn Sie die sicheren Ausgänge des 3RK3 Zentralmoduls für eine zweikanalige Signalübertragung nutzen wollen, müssen Sie die Diskrepanzüberwachung des Umrichters an die unterschiedlichen Schaltzeiten von elektronischem Ausgang und Relais-Kontakt anpassen.

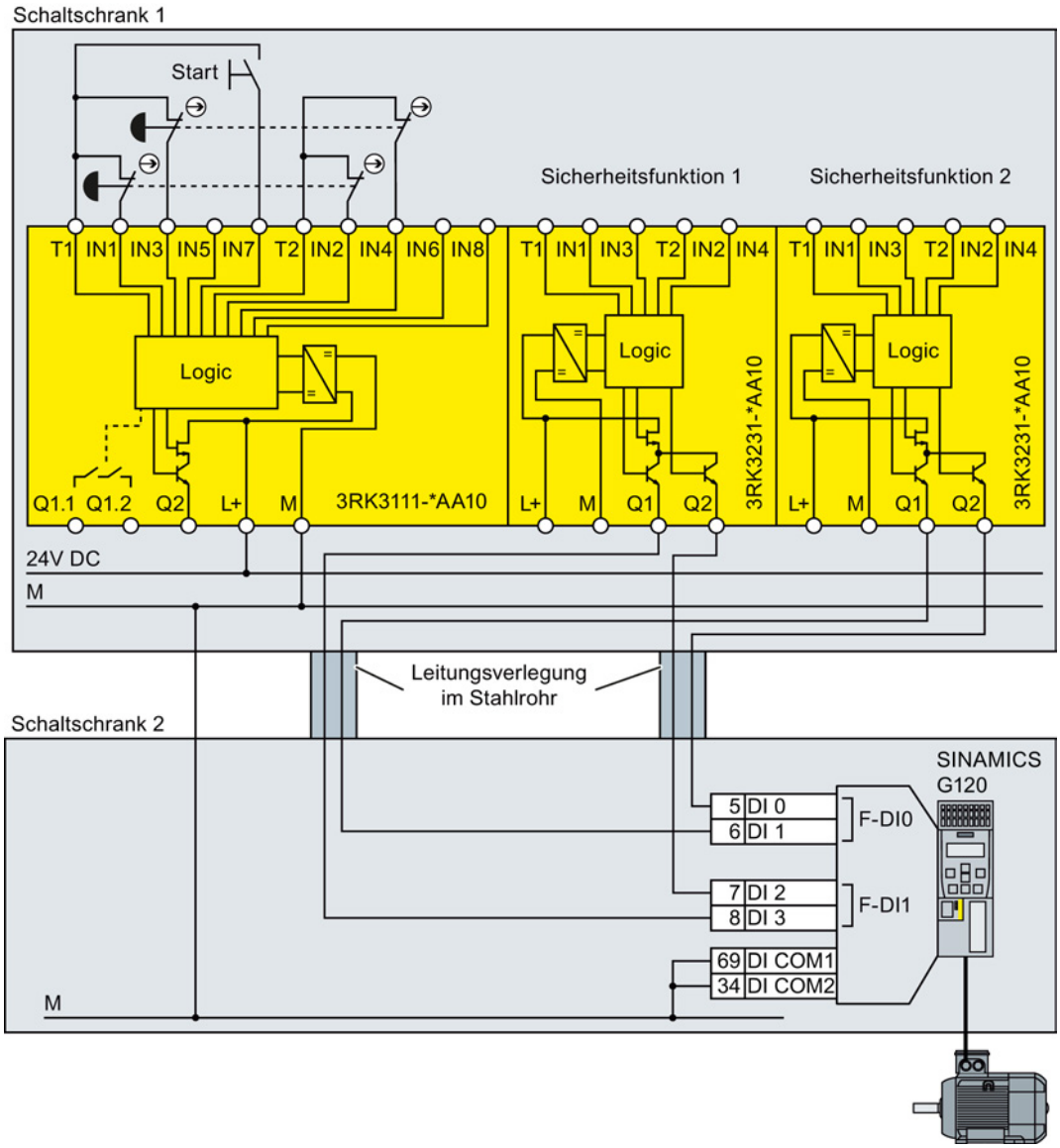


Bild 4-17 Verschaltung von Umrichter und modularem Sicherheitssystem in getrennten Schaltschränken

S7 300 Peripheriebaugruppen

Für die Ansteuerung der sicheren Digitaleingänge des SINAMICS G120 sind P-schaltende sichere Ausgänge erforderlich. Aus dem Spektrum der S7-300 erfüllt das die Peripheriebaugruppe SM326 DO 10 x 24 V / 2 A PP.

Die Abbildungen zeigen lediglich die Verschaltung zwischen Peripheriebaugruppe und Umrichter. Informationen zur vollständigen Verdrahtung der Peripheriebaugruppe finden Sie in der produktspezifischen Dokumentation: S7 300 (http://support.automation.siemens.com/WW/view/de/10805159/133300).

Komponenten im gleichen Schaltschrank

Innerhalb eines fachgerecht aufgebauten und verdrahteten Schaltschranks können Beschädigungen oder Querschlüsse von Leitungen ausgeschlossen werden.

Unter der Voraussetzung, dass das vorverarbeitende Gerät den verwendeten Ausgang doppelt schaltet, dürfen Sie innerhalb eines Schaltschranks die Peripheriebaugruppe SM326 und den Umrichter über eine einkanalige Leitungsführung verschalten. Am Umrichter müssen Sie die beiden Klemmen des sicheren Eingangs miteinander verbinden.

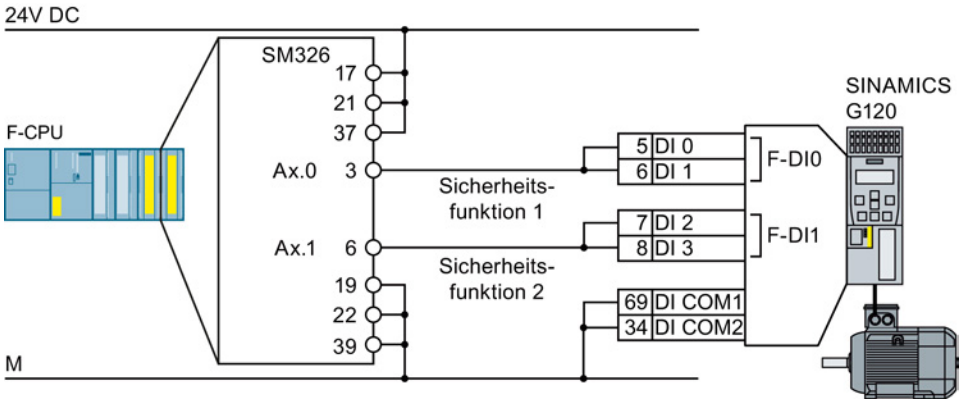


Bild 4-18 Verschaltung von Umrichter und Peripheriebaugruppe SM326 innerhalb eines Schaltschranks

Komponenten in getrennten Schaltschränken

Verlegen Sie die Leitungen zwischen der Peripheriebaugruppe SM326 und den F-DI des Umrichters bei einem Aufbau in getrennten Schaltschränken geschützt vor Quer- und Kurzschluss.

Übertragen Sie die beiden Signale zur Ansteuerung einer Sicherheitsfunktion über Adern getrennter Leitungen. Im Beispiel werden die Signale für Klemme 5 und Klemme 7 über die erste Leitung übertragen. Entsprechend liegen die Signale für Klemme 6 und Klemme 8 auf der zweiten Leitung.

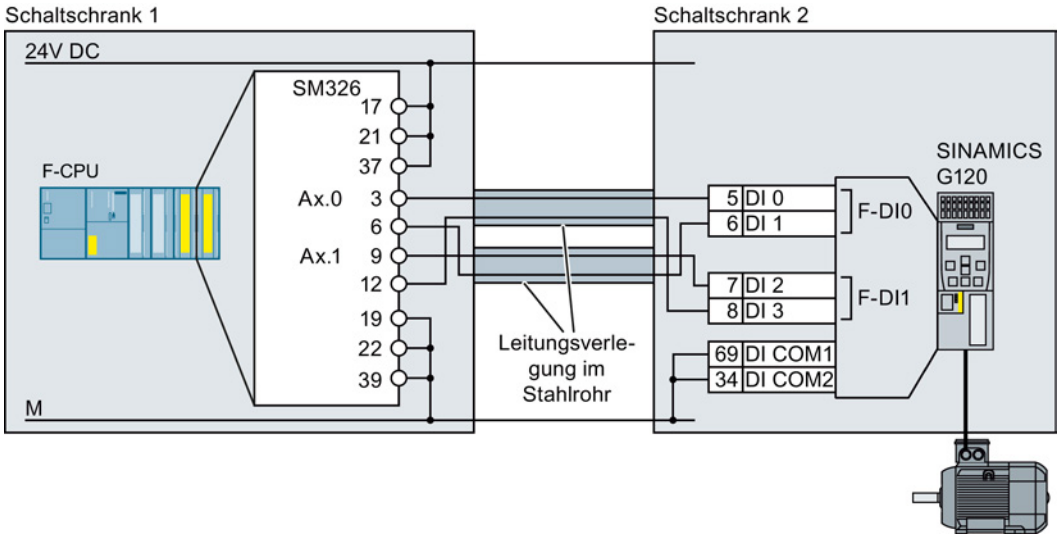


Bild 4-19 Verschaltung von Umrichter und Peripheriebaugruppe SM326 in getrennten Schaltschränken

ET 200 Peripheriebaugruppen

Für die Ansteuerung der fehlersicheren digitalen Eingänge des SINAMICS G120 sind P-schaltende sichere Ausgänge erforderlich. Aus dem Spektrum der ET 200-Systeme erfüllt das nur die fehlersichere Relais Baugruppe EM 1 F-RO DC 24 V / AC 24…230 V / 5 A des Systems ET 200S.

Die Relaisbaugruppe wird über eine fehlersichere ET 200S-Ausgabebaugruppe angesteuert.

Die Abbildungen zeigen lediglich die Verschaltung zwischen Peripheriebaugruppen und Umrichter. Informationen zur vollständigen Verdrahtung der Peripheriebaugruppen finden Sie in der produktspezifischen Dokumentation: ET 200S (http://support.automation.siemens.com/WW/view/de/10805258/133300).

Komponenten im gleichen Schaltschrank

Innerhalb eines fachgerecht aufgebauten und verdrahteten Schaltschranks können Beschädigungen oder Querschlüsse von Leitungen ausgeschlossen werden.

Daher dürfen Sie innerhalb eines Schaltschranks die Peripheriebaugruppen und den Umrichter über eine einkanalige Leitungsführung verschalten. Am Umrichter müssen Sie die beiden Klemmen des sicheren Eingangs miteinander verbinden.

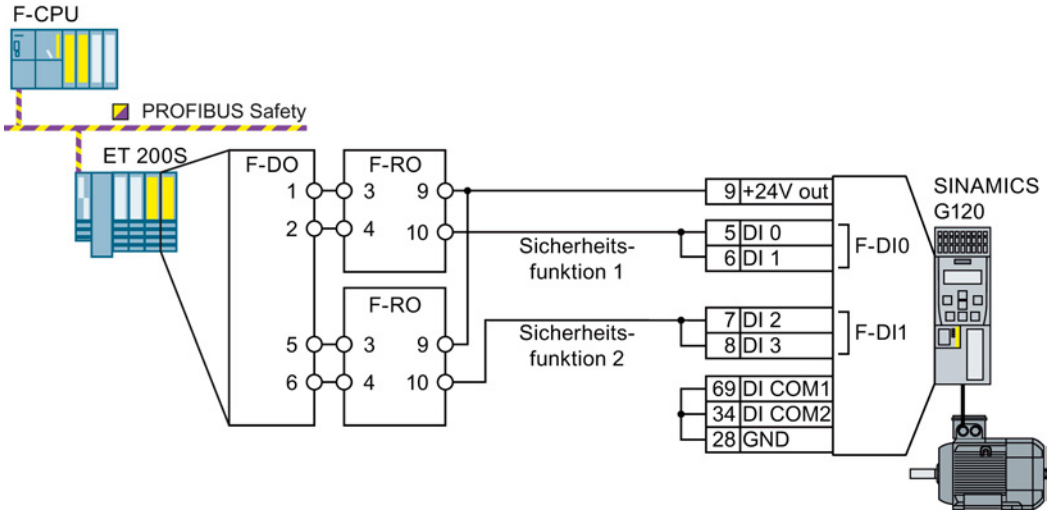


Bild 4-20 Verschaltung von Umrichter und Peripheriebaugruppen innerhalb eines Schaltschranks

Komponenten in getrennten Schaltschränken

Verlegen Sie die Leitungen zwischen den Peripheriebaugruppen und den F-DI des Umrichters bei einem Aufbau in getrennten Schaltschränken geschützt vor Quer- und Kurzschluss

Übertragen Sie die beiden Signale zur Ansteuerung einer Sicherheitsfunktion über Adern getrennter Leitungen. Im Beispiel werden die Signale für Klemme 5 und Klemme 7 über die erste Leitung übertragen. Entsprechend liegen die Signale für Klemme 6 und Klemme 8 auf der zweiten Leitung.

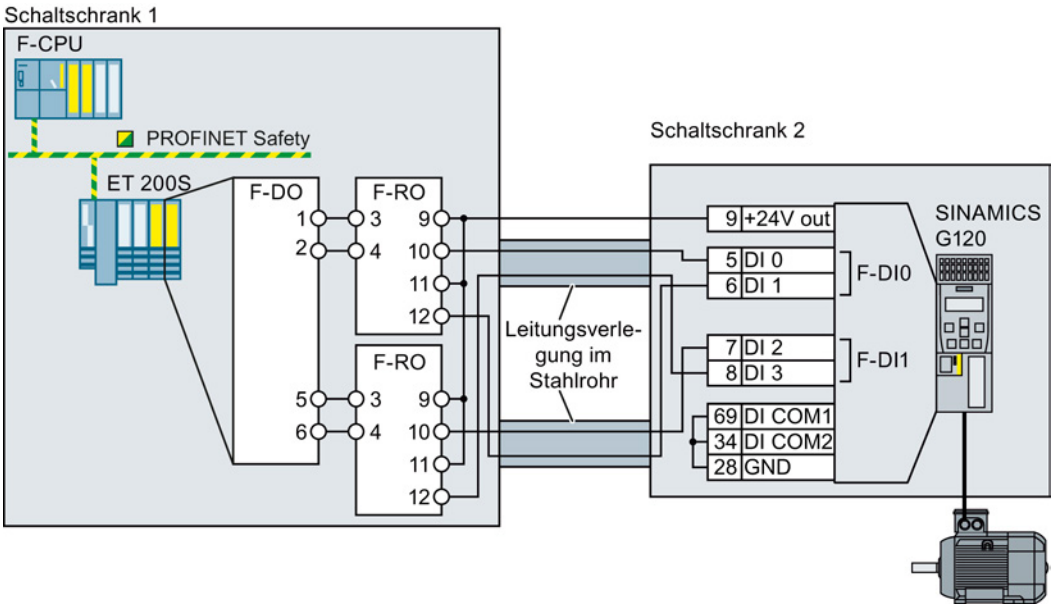


Bild 4-21 Verschaltung von Umrichter und Peripheriebaugruppen in getrennten Schaltschränken

4.4 Auswerten über F-DO

4.4.1 Sicherer Ausgang

In der Werkseinstellung der Umrichter ist der sichere Ausgang keiner integrierten Sicherheitsfunktionen zugeordnet. Erst in der Inbetriebnahme legen Sie fest, ob Sie z. B. die beiden Digitalausgänge für Standardfunktionen nutzen oder durch Zusammenfassung ein sicherer Ausgang entsteht.

Tabelle 4- 12 Umrichter für den schaltschranklosen Aufbau (IP65)

SINAMICS G120D mit Control Unit		Stecker. Pin	Digital-ausgang	Sicherer Ausgang	Rücklese-Eingang	
	CU240D-2 DP-F CU240D-2 PN-F CU240D-2 PN-F PP CU250D-2 DP-F CU250D-2 PN-F CU250D-2 PN-F PP	X5.4 X5.2 X5.3	DO 0 DO 1 2M	F-DO 0	X9.2	DI 5

Tabelle 4- 13 Umrichter für den Einbau in einem Schaltschrank (IP20)

SINAMICS G120 mit Control Unit		Klemmen-leiste	Digital-ausgang	Sicherer Ausgang	Rücklese-Eingang	
	CU250S-2 CU250S-2 DP CU250S-2 PN CU250S-2 CAN	18: NC 19: NO 20: COM 23: NC 24: NO 25: COM	DO 0 DO 2	F-DO 0	67	DI 6
Die meisten Anwendungen erfordern NO-Kontakte für den sicheren Ausgang. Wenn Ihre Anwendung es erfordert, dürfen Sie statt der NO-Kontakte auch die beiden NC-Kontakte des Umrichters nutzen. Der sichere Zustand des Ausgangs ist immer der Ruhezustand der beiden Relais.						

Welche Geräte darf ich anschließen?

Der sichere Ausgang ist für folgende Geräte ausgelegt:

- Direkter Anschluss eines sicheren Eingangs.
- Anschluss von zwei Relais.

Die beiden Signale des sicheren Ausgangs haben jeweils den gleichen Zustand:

- High-Signal bzw. NO-Kontakt geschlossen: Sicherer Ausgang ist aktiv.
- Low-Signal bzw. NO-Kontakt offen: Sicherer Ausgang ist nicht aktiv.

4.4.2 Sicheren Ausgang beim SINAMICS G120D anschließen

Relais anschließen

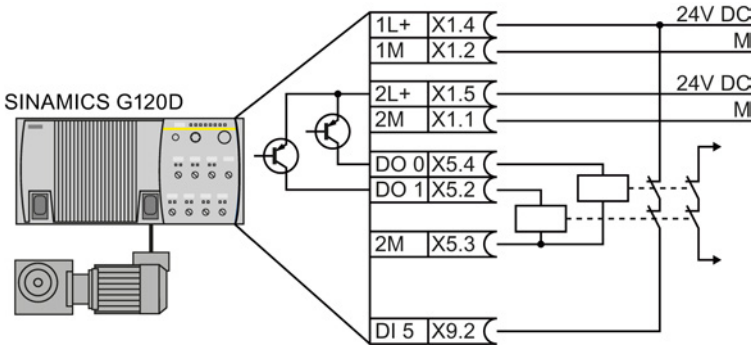


Bild 4-22 Relais am F-DO anschließen

Aktor mit Rückmeldesignal anschließen

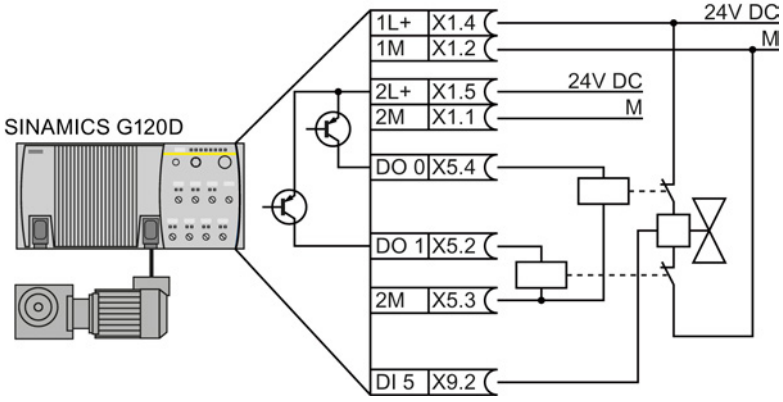


Bild 4-23 F-DO an Aktor anschliessen

Sicheren Eingang anschließen

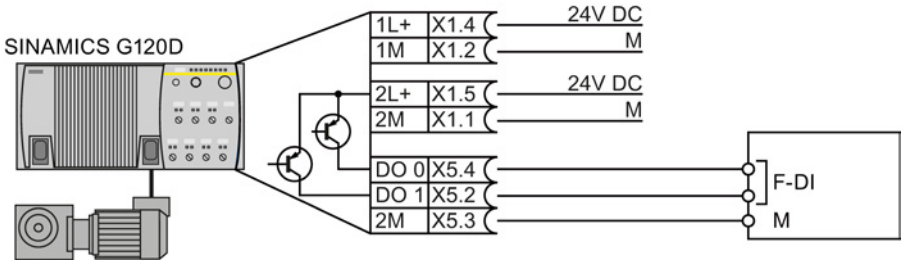


Bild 4-24 F-DO mit F-DI verbinden

4.4.3 Sicheren Ausgang beim SINAMICS G120 anschließen

Relais anschließen

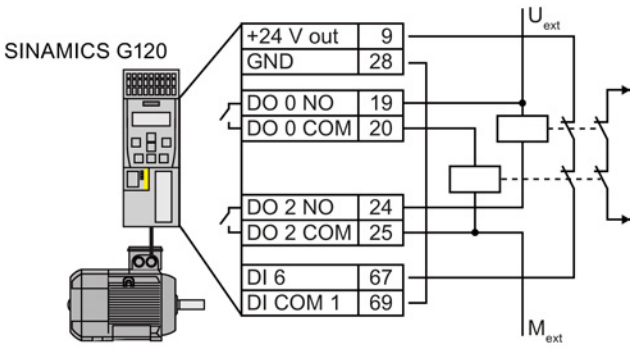


Bild 4-25 Relais am F-DO anschließen

Aktor mit Rückmeldesignal anschließen

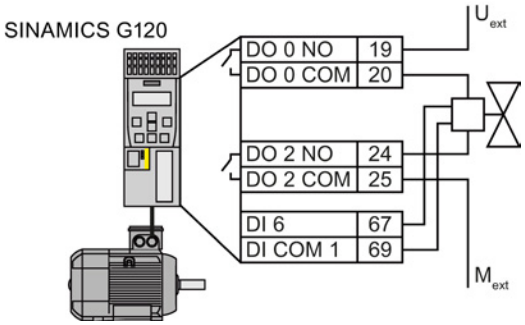


Bild 4-26 F-DO an Aktor anschliessen

Sicheren Eingang anschließen

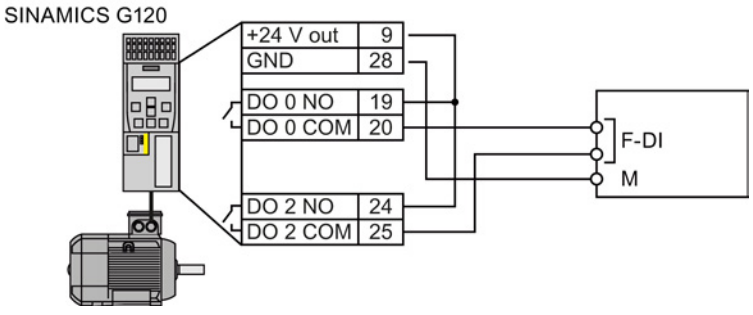


Bild 4-27 F-DO mit F-DI verbinden

Der sichere Eingang F-DI muss die beiden Signale des sicheren Ausgangs auf Konsistenz überwachen.

4.5 Motorhaltebremse am Safe Brake Relay anschließen

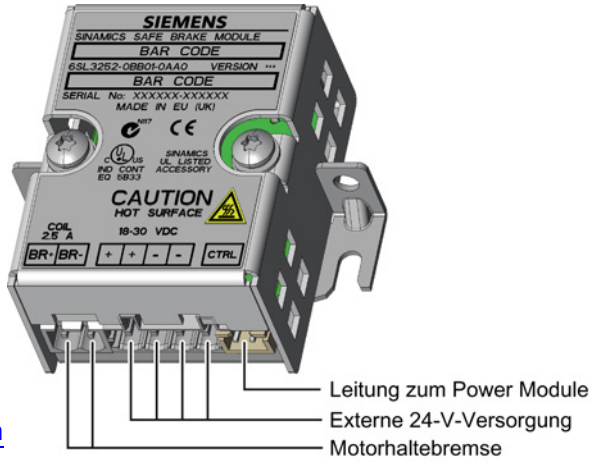
Safe Brake Relay und Motorhaltebremse anschließen

Das Safe Brake Relay dient als Schnittstelle zwischen dem Power Module und der Bremsspule eines Motors.

Es gibt folgende Möglichkeiten zur Montage des Safe Brake Relays:

- auf einem Montageblech
- an der Schaltschrankwand
- am Schirmanschlussatz des Umrichters

Weitere Informationen finden Sie in der zugehörigen Installationsanleitung: Montageanleitung Brake Relay (http://support.automation.siemens.com/WW/view/de/23623179).



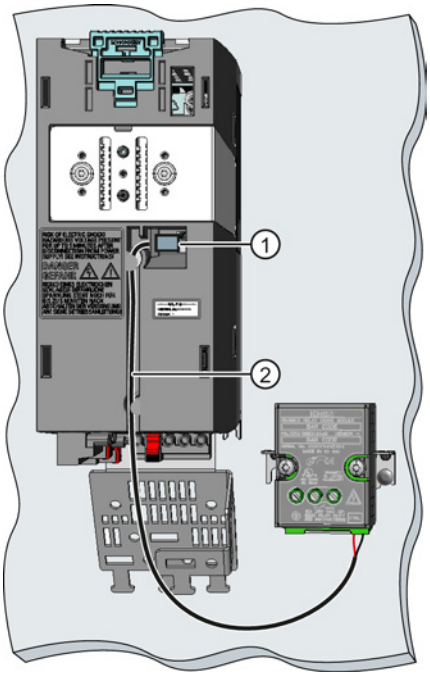
Anschlüsse am Safe Brake Relay

Vorgehen

Um den Umrichter über das Safe Brake Relay mit der Motorhaltebremse zu verschalten, gehen Sie folgendermaßen vor:

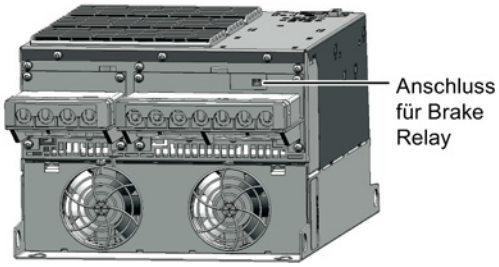
1. Verbinden Sie das Safe Brake Relay über das mitgelieferte Formkabel mit dem Power Module.

   Power Module FSA … FSC:

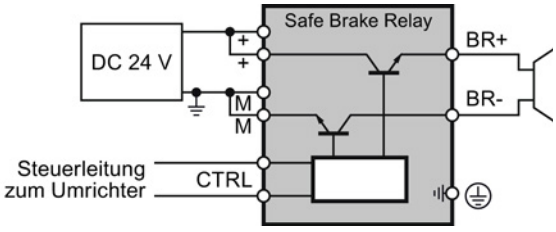
   - Schließen Sie das Safe Brake Relay am Stecker an der Vorderseite des Power Modules an.
   - Verlegen Sie die Steuerleitung in der Führung auf dem Power Module.

   Power Module FSD … FSF

   - Schließen Sie das Safe Brake Relay am Stecker an der Unterseite des Power Modules an.

2. Schließen Sie die Motorhaltebremse an den Klemmen des Safe Brake Relays an:

Sie haben die Motorhaltebremse über das Safe Brake Relay an den Umrichter angeschlossen.

Inbetriebnehmen

5

5.1 Leitfaden zur Inbetriebnahme

Die folgende Übersicht zeigt das Vorgehen zur Inbetriebnahme eine Umrichters mit integrierten Sicherheitsfunktionen.

Die Inbetriebnahme der Sicherheitsfunktionen ist Teil der Inbetriebnahme des gesamten Antriebs.

- Die grau gefärbten Inbetriebnahme-Schritte sind beschrieben → im vorliegenden Handbuch .
- Bei den anderen Schritten unterstützen Sie → weitere Handbücher.

Vorgehen

1
2

Um einen Umrichter mit integrierten Sicherheitsfunktionen in Betrieb zu nehmen, gehen Sie folgendermaßen vor:

1. Schließen Sie den Feldbus am Umrichter an und konfigurieren Sie die Kommunikation in der übergeordneten Steuerung.

   → Handbuch Ihrer Steuerung

   → Betriebsanleitung Ihres Umrichters
2. Konfigurieren Sie die PROFIsafe-Kommunikation in der übergeordneten Steuerung.

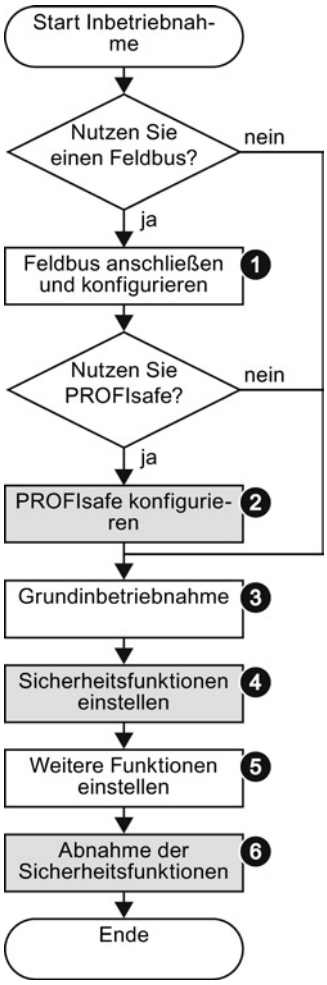
   → in diesem Handbuch: PROFIsafe in der übergeordneten Steuerung konfigurieren (Seite 76).
3. Führen Sie die Grundinbetriebnahme des Antriebs durch.

   → Betriebsanleitung Ihres Umrichters
4. Stellen Sie die Sicherheitsfunktionen des Umrichters ein.

   → nachfolgende Seiten in diesem Handbuch
5. Nehmen Sie alle anderen erforderlichen Funktionen des Umrichters in Betrieb, z. B. die Motorregelung oder die Schutzfunktionen.

   → Betriebsanleitung Ihres Umrichters
6. Führen Sie die Abnahme der Sicherheitsfunktionen durch.

   → in diesem Handbuch: Abnahme der Sicherheitsfunktionen (Seite 150)



Sie haben den Umrichter mit integrierten Sicherheitsfunktionen in Betrieb genommen.

5.2 PROFIsafe in der übergeordneten Steuerung konfigurieren

In diesem Kapitel finden Sie folgende Beispiele:

- Projektieren einer PROFIsafe-Kommunikation zwischen übergeordneter Steuerung und Umrichter mit einer GSD.
- Festlegen der Schnittstelle zum SIAMATIC-Steuerungprogramm.
- Projektieren einer Shared-Devive-Kommunikation

Weitere Informationen finden Sie als Applikationsbeschreibung oder FAQ im Internet, z.B.:

- PROFIsafe-Telegramm mit Drive ES Basic projektieren (http://support.automation.siemens.com/WW/view/de/64326460)
- SINAMICS G120 über PROFIsafe ansteuern, Umrichtermeldungen über HMI anzeigen (http://support.automation.siemens.com/WW/view/de/61450312)

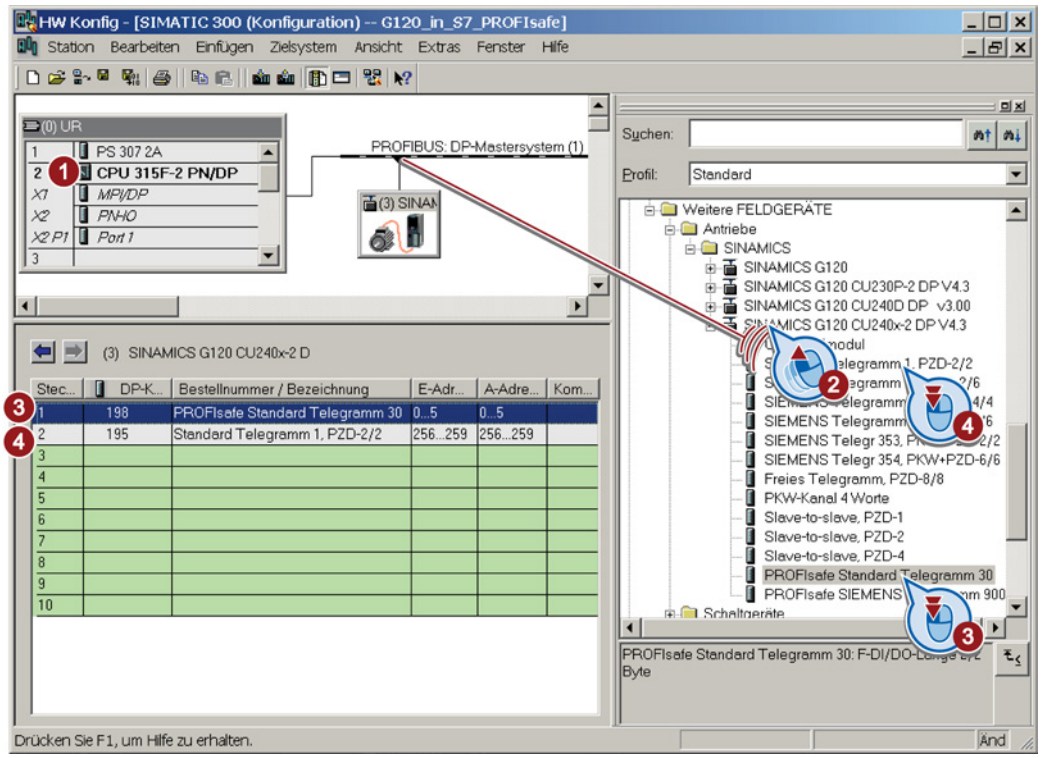
5.2.1 PROFIBUS-Kommunikation mit Telegramm 30 über GSD konfigurieren

Vorgehen

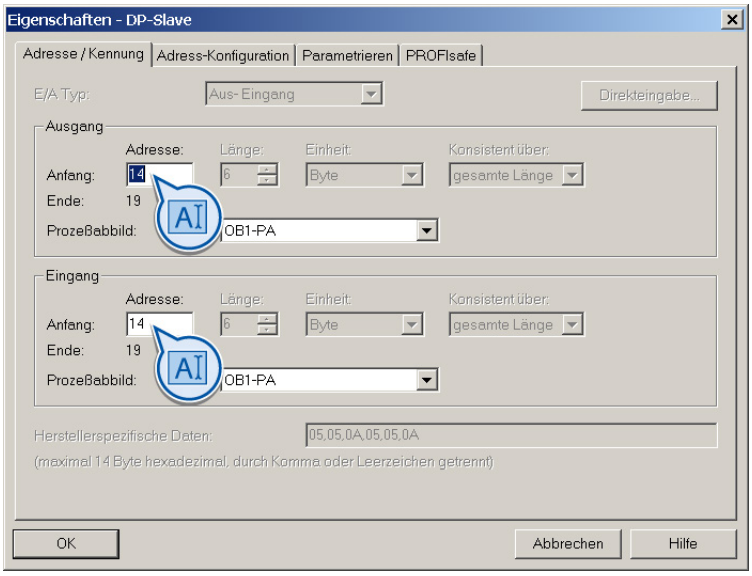
Um in der übergeordneten Steuerung die PROFIsafe-Kommunikation über PROFIBUS zu projektieren, gehen Sie folgendermaßen vor:

1. Konfigurieren Sie Ihre SIMATIC CPU (z. B. eine CPU315F-2 PN/DP) mit einem PROFIBUS-Netzwerk.
2. Fügen Sie den Umrichter über seine GSD in das PROFIBUS-Netzwerk ein.
3. Belegen Sie den ersten Steckplatz des Umrichters mit dem PROFIsafe-Telegramm.

4. Belegen Sie die weiteren Steckplätze des Umrichters, z. B. mit dem Standardtelegramm 1.
   Weitere Informationen zu den Telegrammen und der Steckplatz-Reihenfolge finden Sie in der Betriebsanleitung.



5. Öffnen Sie per Doppelklick auf das PROFIsafe-Telegramm den Eigenschaftsdialog.
6. Stellen Sie den Ein- und Ausgangsbereich ein, z. B. auf Adresse 14:

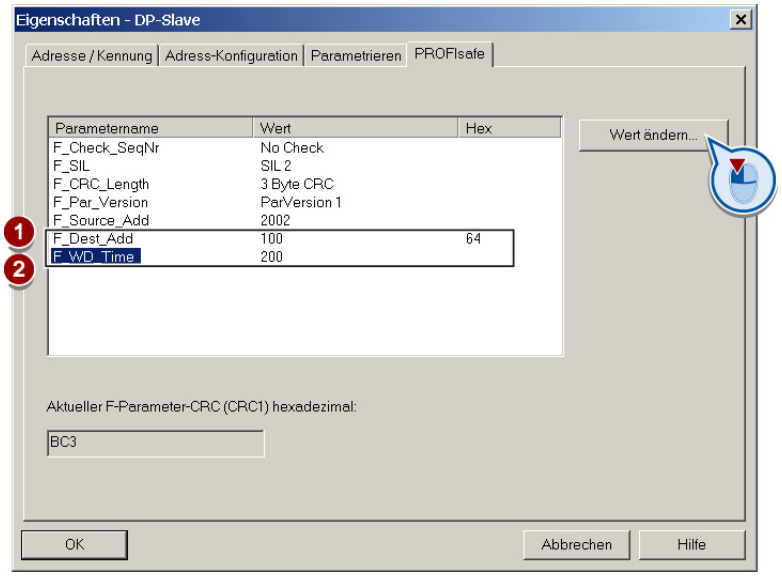


7. Wählen Sie in diesem Dialog die Lasche "PROFIsafe".
   - ① F_Dest_Add

     Merken Sie sich den Wert dieser Adresse. Sie brauchen diesen Wert bei der Inbetriebnahme der Sicherheitsfunktionen.
   - ② F_WD_Time

     Stellen Sie einen Wert ein, der größer ist als die Zykluszeit Ihres Sicherheitsprogramms.

     Wenn Ihr Sicherheitsprogramm im OB35 z. B. alle 150 ms aufgerufen wird, setzen Sie die Zeit F_WD_Time auf den Wert 200.



8. Speichern und übersetzen Sie Ihr Projekt und laden Sie die Daten in Ihre SIMATIC CPU.
9. Schließen Sie HW-Konfig.

Sie haben die PROFIsafe-Kommunikation in der übergeordneten Steuerung konfiguriert.

5.2.2 Beispiel: Schnittstelle zum S7-Sicherheitsprogramm

Durch die Hardware Konfiguration in STEP 7 ordnen Sie das Steuerwort und das Zustandswort im PROFIsafe-Profil des Umrichters bestimmten Ausgangs- und Eingangs-Adressen der SIMATIC-Steuerung zu. Im Abschnitt PROFIBUS-Kommunikation mit Telegramm 30 über GSD konfigurieren (Seite 76) wurde z. B. die Anfangsadresse 14 vergeben. Für dieses Beispiel ergibt sich die folgende Zuordnung zwischen Peripherieadressen und Umrichtersignalen:

Tabelle 5- 1 Steuerwort 1

Peripherie-Adresse	Bedeutung	Bemerkung	
A14.0	Anwahl STO	0	Anwahl STO
		1	Abwahl STO
A14.1	Anwahl SS1	0	Anwahl SS1
		1	Abwahl SS1
A14.4	Anwahl SLS	0	Anwahl SLS
		1	Abwahl SLS
A14.7	Internal event ack	-	Quittierung beim Signalwechsel 1 → 0
A15.1	Anwahl SLS-Stufe Bit 0	-	Anwahl der SLS-Stufe
A15.2	Anwahl SLS-Stufe Bit 1	-	
A15.4	Anwahl SDI positiv	0	Anwahl SDI positiv
		1	Abwahl SDI positiv
A15.5	Anwahl SDI negativ	0	Anwahl SDI negativ
		1	Abwahl SDI negativ

Tabelle 5- 2 Zustandswort 1

Peripherie-Adresse	Bedeutung	Bemerkung	
E14.0	Power removed	0	Das Drehmoment des Motors ist aktuell nicht sicher abgeschaltet
		1	Das Drehmoment des Motors ist aktuell sicher abgeschaltet
E14.1	SS1 aktiv	0	SS1 ist nicht aktiv
		1	SS1 ist aktiv
E14.4	SLS aktiv	0	SLS ist nicht aktiv
		1	SLS ist aktiv
E14.7	Internal Event	0	Fehlerfreier Betrieb
		1	Der Umrichter hat einen internen Fehler entdeckt und entsprechend reagiert, z. B. mit einem STOP A
E15.1	Aktive SLS-Stufe Bit 0	-	Aktive SLS-Stufe
E15.2	Aktive SLS-Stufe Bit 1	-	
E15.4	SDI positiv aktiv	0	SDI positive Drehrichtung ist nicht aktiv
		1	SDI positive Drehrichtung ist aktiv
E15.5	SDI negativ aktiv	0	SDI negative Drehrichtung ist nicht aktiv
		1	SDI negative Drehrichtung ist aktiv
E15.7	Status SSM	0	Betrag der Drehzahl ist größer als SSM-Grenzwert
		1	Betrag der Drehzahl ist kleiner als SSM-Grenzwert

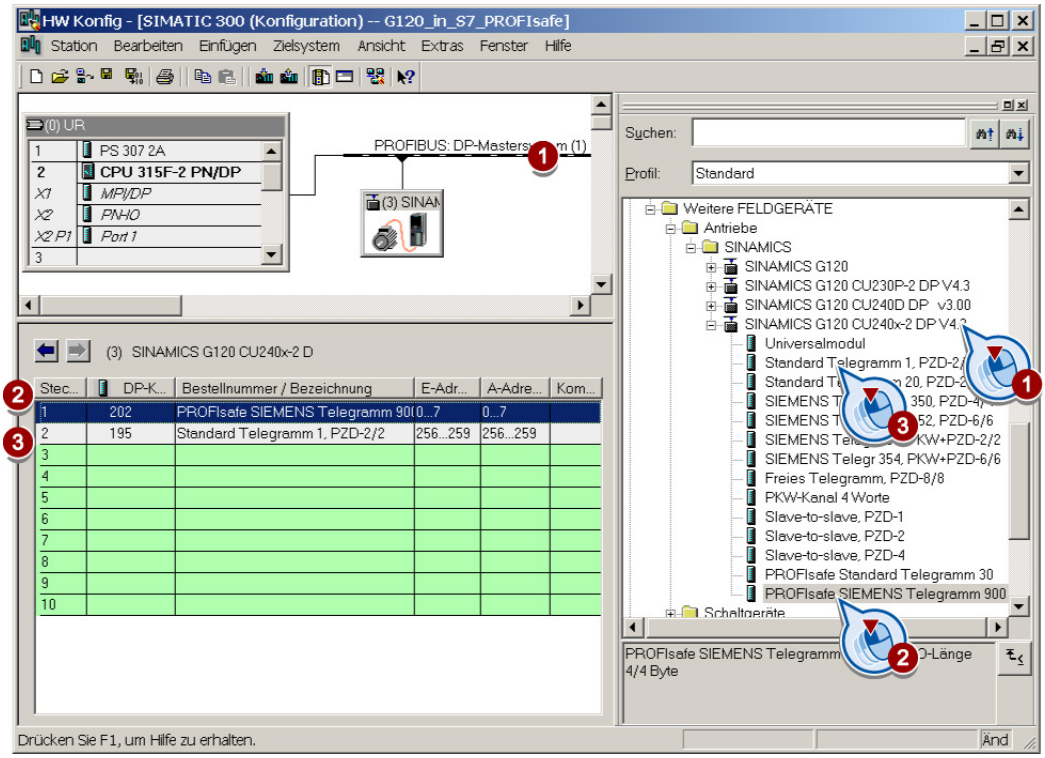
Weitere Informationen zur PROFIsafe-Schnittstelle finden Sie im Abschnitt Steuerwort 1 und Zustandswort 1 (Erweiterte Funktionen) (Seite 46).

5.2.3 PROFIBUS-Kommunikation über Telegramm 900 mit der GSDML konfigurieren

Wenn Sie den Zustand der sicheren Eingänge in der übergeordneten Steuerung direkt auswerten wollen, wählen Sie das PROFIsafe-Telegramm 900. Der Umrichter schreibt die Signale seiner sicheren Eingänge in das Zustandswort 5.

Hardware-Konfiguration

Das prinzipielle Vorgehen ist im Abschnitt PROFIBUS-Kommunikation mit Telegramm 30 über GSD konfigurieren (Seite 76) beschrieben. Wählen Sie statt des Telegramms 30 das Telegramm 900 aus:



5.2.4 Shared-Device-Kommunikation über PROFINET konfigurieren

Im folgenden Beispiel sind die Standard-CPU und die F-CPU in einem einzigen Projekt zusammengefasst. Die Kommunikation über Shared Device ist aber auch möglich, wenn beide Steuerungen in verschiedenen Projekten projektiert sind.

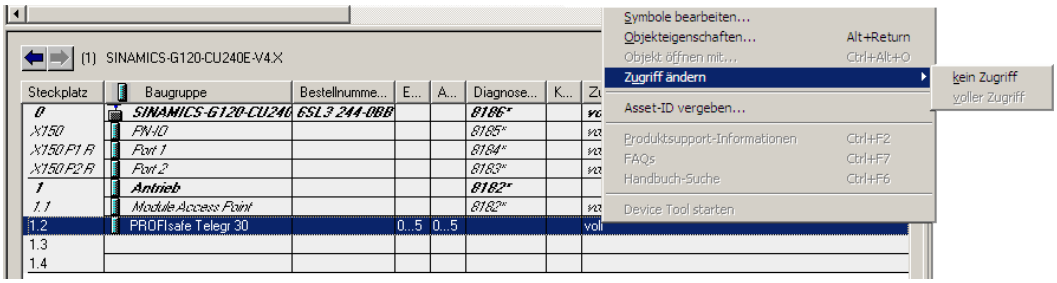
Voraussetzung der Firmware: siehe auch Unterstützung IO-Controller (http://support.automation.siemens.com/WW/view/de/44383955).

Vorgehen

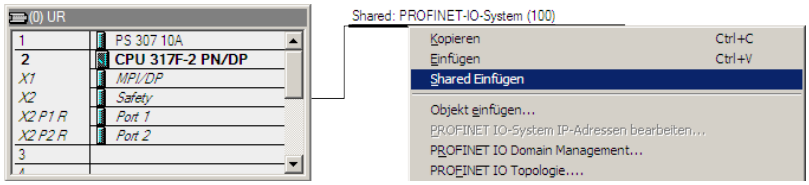
1
2

Um die Kommunikation über "Shared Device" in der übergeordneten Steuerung zu konfigurieren, gehen Sie folgendermaßen vor:

1. Projektieren Sie ihre Anlage mit der Standardsteuerung.
2. Fügen Sie in HW-Konfig zusätzlich zum Protokoll für die Standard-Funktionen (z. B: Telegramm 1) ihr Kommunikationsprotokoll für die Fehlersicheren Funktionen (z. B. PROFIsafe-Telegramm 30) ein.
3. Deaktivieren Sie den Zugriff auf das PROFIsafe-Telegramm über das Kontextmenü der rechten Maustaste:



4. Projektieren Sie ihre F-CPU in HW-Konfig, ohne einen Umricher einzufügen.
5. Kopieren Sie den Umrichter in der Standardsteuerung
6. Fügen Sie den Umrichter als "Shared" in die F-CPU ein.
   Das bewirkt ein "Umdrehen" der Zugrifssrechte ".



7. Wählen Sie die F-CPU in HW-Konfig an
8. Öffnen Sie das Dialogfenster "Objekteigenschaften".
9. Wählen Sie in diesem Fenster die Lasche "Schutz" an.
10. Aktivieren Sie den Zugriffsschutz für F-CPU und vergeben Sie ein Passwort.
11. Setzen Sie den Haken "CPU enthält Sicherheitsprogramm" und verlassen die Maske mit OK.
12. Speichern und übersetzen Sie ihr Projekt.
13. Laden Sie Ihr Projekt über in die fehlersichere Steuerung.

Sie haben die Kommunikation über "Shared Device" in der Steuerung konfiguriert.

5.3 Tools zur Inbetriebnahme

Wir empfehlen Ihnen, die Sicherheitsfunktionen mit einem PC-Tool in Betrieb zu nehmen.

Wenn Sie ein PC-Tool zur Inbetriebnahme nutzen, stellen Sie die Funktionen über grafische Masken ein und müssen nicht mit den Parametern arbeiten. In diesem Fall können Sie die Parameter-Tabellen in den folgenden Abschnitten ignorieren.

Tabelle 5- 3 PC-Tools zur Inbetriebnahme

Kostenfreier Download	Bestellnummer
STARTER (http://support.automation.siemens.com/WW/view/de/26233208)	6SL3072-0AA00-0AG0
Startdrive (http://support.automation.siemens.com/WW/view/de/68034568)	6SL3072-4CA02-1XG0

Im Folgenden ist die Inbetriebnahme der Sicherheitsfunktionen mit dem STARTER beschrieben.

Für Startdrive steht ein Tutorial zur Verfügung: Tutorial Startdrive (http://support.automation.siemens.com/WW/view/de/73598459).

Inbetriebnahme: online oder offline

Mit dem STARTER können Sie sowohl offline (ohne Verbindung zum Umrichter) als auch online arbeiten. Wir empfehlen Ihnen, die Sicherheitsfunktionen online in Betrieb zu nehmen.

In diesem Handbuch ist die Online-Inbetriebnahme ausführlich beschrieben. Was Sie bei der Offline-Inbetriebnahme beachten müssen, finden Sie im Abschnitt Offline inbetriebnehmen (Seite 147).

Weitere Informationen zum STARTER finden Sie in der Betriebsanleitung Ihres Umrichters.

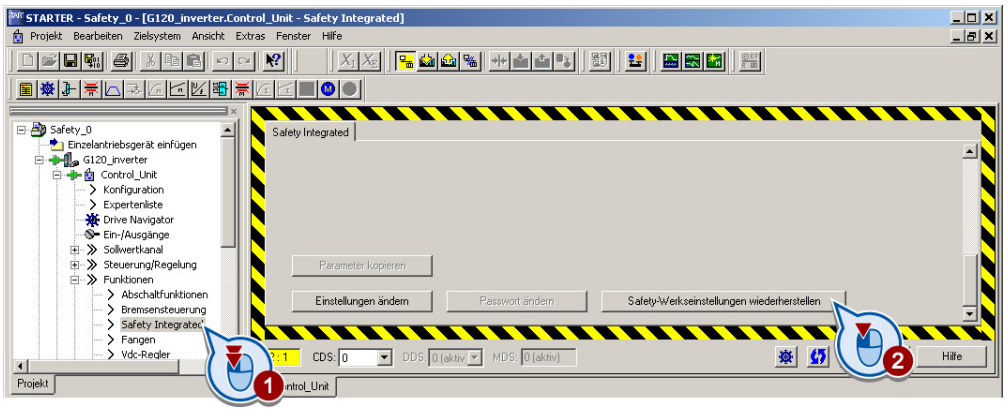
5.4 Parameter der Sicherheitsfunktionen auf Werkseinstellung rücksetzen

Vorgehen

1
2

Um die Einstellungen der Sicherheitsfunktionen auf Werkseinstellung zurückzusetzen, ohne die Standard-Einstellungen zu ändern, gehen Sie folgendermaßen vor:

1. Gehen Sie mit dem STARTER online.
2. Öffnen Sie die Maske der Sicherheitsfunktionen ①.



3. Wählen Sie die Schaltfläche zum Wiederherstellen der Werkseinstellungen ②.
4. Geben Sie das Passwort für die Sicherheitsfunktionen ein.
5. Bestätigen Sie das Speichern der Parameter (RAM nach ROM).
6. Gehen Sie mit dem STARTER offline.
7. Schalten Sie die Versorgungsspannung des Umrichters aus.
8. Warten Sie, bis alle LED auf dem Umrichter dunkel sind. Schalten Sie nun die Versorgungsspannung des Umrichters wieder ein (Power-On-Reset).

Sie haben die Einstellung der Sicherheitsfunktionen im Umrichter auf Werkseinstellung zurückgesetzt.

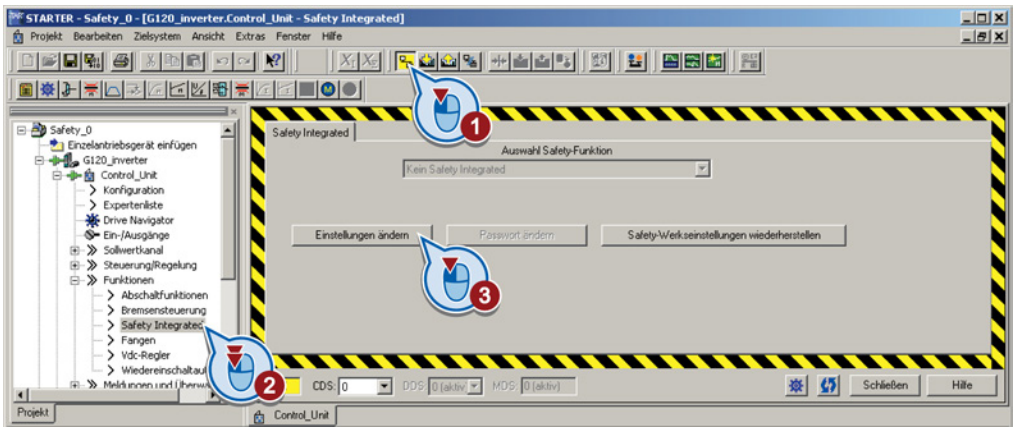
Parmeter	Beschreibung	
p0010	**Antrieb Inbetriebnahme Parameterfilter**	
	0	Bereit
	30	Parameter-Reset
p9761	**Passwort Eingabe** (Werkseinstellung: 0000 hex) Zulässige Passwörter liegen im Bereich 1 … FFFF FFFF.	
p9762	**Passwort neu**	
p9763	**Passwort Bestätigung** Bestätigung des neuen Safety Integrated Passwortes.	
p0970	**Antrieb Parameter zurücksetzen**	
	5	Start Safety-Parameter zurücksetzen. Nach dem Rücksetzen setzt der Umrichter p0970 = 0.

5.5 Einstellungen ändern

Vorgehen

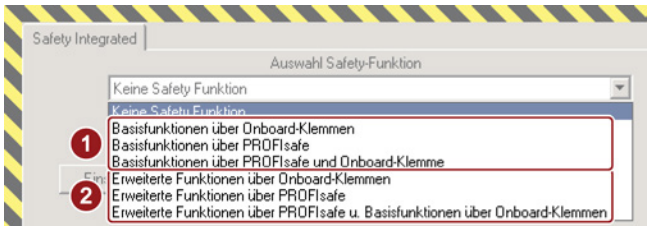
Um die Inbetriebnahme der Sicherheitsfunktionen zu beginnen, gehen Sie folgendermaßen vor:

1. Gehen Sie mit dem STARTER online.
2. Wählen Sie im STARTER die fehlersicheren Funktionen.
3. Wählen Sie "Einstellungen ändern".



Parameter	Beschreibung
p0010 = 95	**Antrieb Inbetriebnahme Parameterfilter** Safety Integrated Inbetriebnahme
p9761	**Passwort Eingabe** (Werkseinstellung: 0000 hex) Zulässige Passwörter liegen im Bereich 1 … FFFF FFFF.
p9762	**Passwort neu**
p9763	**Passwort Bestätigung**

4. Legen Sie fest, wie das Ergebnis Ihrer Inbetriebnahme aussehen soll:
   - Wenn Sie ausschließlich STO als Sicherheitsfunktion des Umrichters nutzen, wählen Sie die Basisfunktionen ① mit der zu Ihrer Anwendung passenden Schnittstelle.



   - Wenn Sie außer STO noch andere Sicherheitsfunktionen nutzen, wählen Sie die erweiterten Funktionen ② mit der zu Ihrer Anwendung passenden Schnittstelle.

   Weitere Informationen zu den Basis- und erweiterten Funktionen finden Sie auf den folgenden Seiten dieses Abschnitts.

Sie haben folgende Schritte der Inbetriebnahme abgeschlossen:

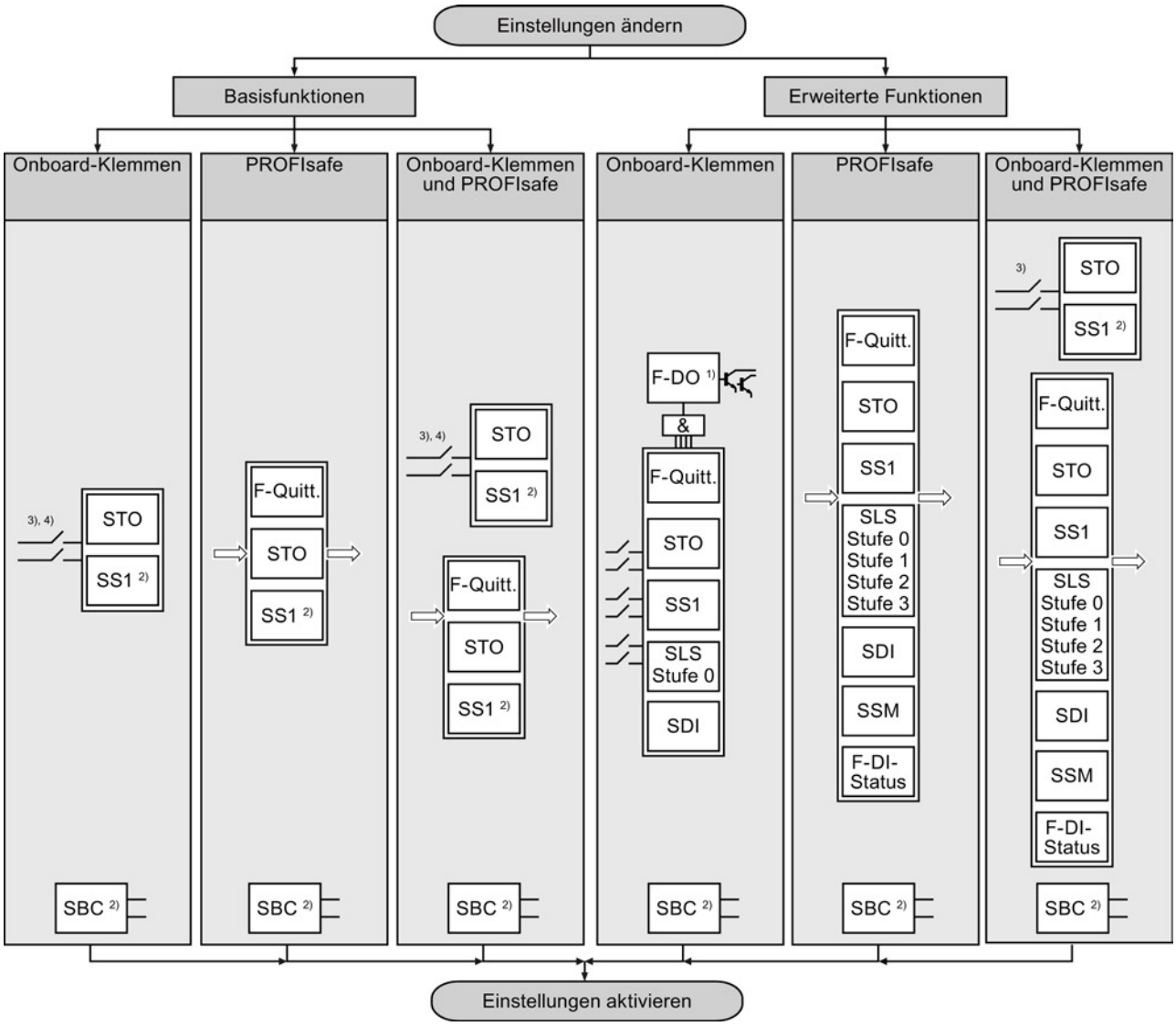
- Sie haben die Inbetriebnahme der Sicherheitsfunktionen begonnen.
- Sie haben sich entschieden, ob Sie die Basisfunktionen oder die erweiterten Funktionen nutzen.

Parameter	Beschreibung	
p9601	**Freigabe antriebsintegrierte Funktionen** (Werkseinstellung: 0000 bin)	
	0 hex	Antriebsintegrierte Sicherheitsfunktionen gesperrt
	1 hex	Basisfunktion STO über Onboard-Klemme ist freigegeben
	4 hex	Erweiterte Funktionen über Onboard-Klemmen sind freigegeben
	8 hex	Basisfunktion STO über PROFIsafe ist freigegeben
	9 hex	Basisfunktion STO über PROFIsafe und Onboard-Klemme ist freigegeben
	C hex	Erweiterte Funktionen über PROFIsafe sind freigegeben
	D hex	Erweiterte Funktionen über PROFIsafe und Basisfunktion STO über Onboard-Klemme sind freigegeben

Übersicht der Sicherheitsfunktionen

Bereits beim Einstieg in die Inbetriebnahme legen Sie Folgendes fest:

- Welche Sicherheitsfunktionen stehen zur Verfügung?
- Über welche Schnittstelle werden die Sicherheitsfunktionen angesteuert?



1) Nicht alle Control Units verfügen über einen sicheren Ausgang, siehe auch Abschnitt: Übersicht der sicheren Umrichter-Schnittstellen (Seite 21).

2) Die Basisfunktionen SS1 und die Funktion SBC sind nur verfügbar mit der Control Unit CU250S-2, siehe auch Abschnitt:Übersicht der Sicherheitsfunktionen (Seite 19)

3) Ansteuerung der Basisfunktionen bei SINAMICS-G-Umrichtern über F-DI 0, siehe auch Abschnitt: Sichere Eingänge (Seite 49).

4) Ansteuerung der Basisfunktionen beim SIMATIC ET 200pro FC-2 über die F0-Schiene.

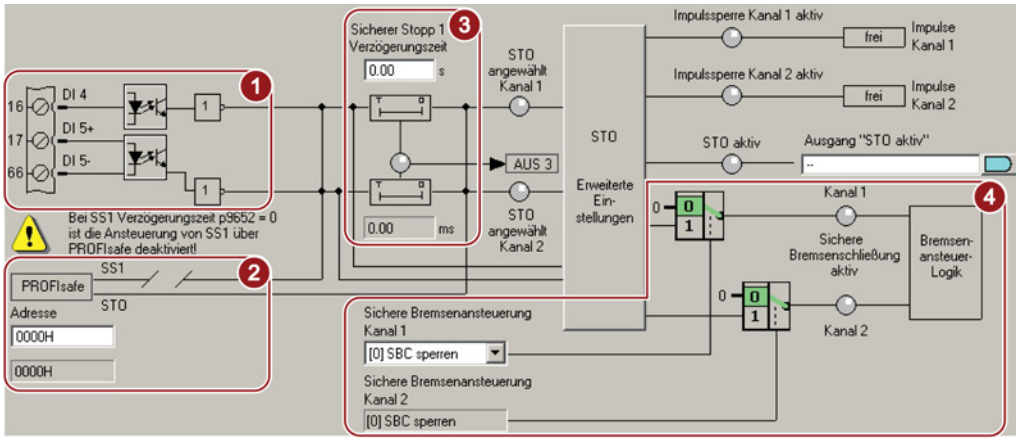
Ihre Wahl	Das Ergebnis der Inbetriebnahme	Siehe Abschnitt …
Basisfunktionen über Onboard-Klemmen	• STO über F-DI anwählen. • Störungen der Sicherheitsfunktionen quittieren nach An- und Abwahl von STO. sätzlich mit CU250S-2: • SS1 über F-DI anwählen. • Motorhaltebremse über SBC ansteuern.	Basisfunktionen einstellen (Seite 88).
Basisfunktionen über PROFIsafe	• STO über PROFIsafe anwählen. • Zustand von STO über PROFIsafe auswerten. • Störungen der Sicherheitsfunktionen über PROFIsafe quittieren. Zusätzlich mit CU250S-2: • SS1 über PROFIsafe anwählen. • Motorhaltebremse über SBC ansteuern.	
Basisfunktionen über PROFIsafe und Onboard-Klemme	• STO sowohl über F-DI als auch über PROFIsafe anwählen. • Zustand von STO über PROFIsafe auswerten. • Störungen der Sicherheitsfunktionen quittieren: – über PROFIsafe – nach An- und Abwahl von STO Zusätzlich mit CU250S-2: • SS1 über F-DI oder PROFIsafe anwählen. • Motorhaltebremse über SBC ansteuern.	
Erweiterte Funktionen über Onboard-Klemmen	• Sicherheitsfunktionen über F-DI anwählen. • Nur eine Überwachungsgrenze von SLS ist nutzbar (SLS-Stufe 0). • Störungen der Sicherheitsfunktionen quittieren: – über F-DI – nach An- und Abwahl von STO	Erweiterte Funktionen einstellen (Seite 101).
Erweiterte Funktionen über PROFIsafe	• Sicherheitsfunktionen über PROFIsafe anwählen. • Zustand der Sicherheitsfunktionen über PROFIsafe auswerten. • Alle vier Überwachungsgrenzen von SLS sind nutzbar (SLS-Stufen 0 … 3) • Störungen der Sicherheitsfunktionen über PROFIsafe quittieren. • Zustand der sicheren Eingänge über PROFIsafe auswerten.	
Erweiterte Funktionen über PROFIsafe und Basisfunktionen über Onboard-Klemmen	• Sicherheitsfunktionen über PROFIsafe anwählen. • STO zusätzlich über F-DI anwählen. • Zustand der Sicherheitsfunktionen über PROFIsafe auswerten. • Alle vier Überwachungsgrenzen von SLS sind nutzbar (SLS-Stufen 0 … 3) • Störungen der Sicherheitsfunktionen quittieren: – über F-DI – nach An- und Abwahl von STO • Zustand der sicheren Eingänge über PROFIsafe auswerten. Zusätzlich mit CU250S-2: • SS1 zusätzlich über F-DI anwählen. • Motorhaltebremse über SBC ansteuern.	

5.6 Basisfunktionen einstellen

STARTER-Maske der Basisfunktionen

Auf der STARTER-Maske der Basisfunktionen ist je nach Wahl der Schnittstelle eine der folgenden Varianten dargestellt:

- ① Die Onboard-Klemmen bei SINAMICS-Umrichtern oder die F0-Schiene beim SIMATIC ET 200pro FC.
- ② Die PROFIsafe-Schnittstelle
- ① + ② Sowohl Onboard-Klemmen als auch PROFIsafe-Schnittstelle
- ③ + ④ Wenn Sie einen Umrichter mit Control Unit CU250S-2 haben, sind die Verzögerungszeit für SS1 und die Freigabe von SBC sichtbar.



5.6.1 Signal "STO aktiv" verschalten

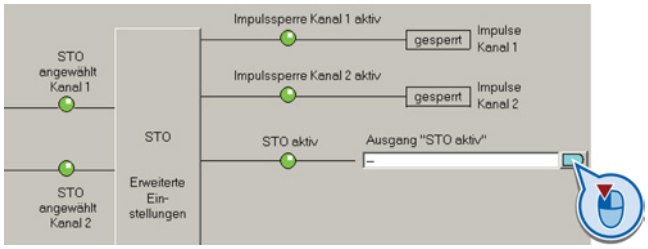
Wenn Sie die Rückmeldung "STO aktiv" des Umrichters in Ihrer übergeordneten Steuerung brauchen, müssen Sie das Signal entsprechend verschalten.

Vorgehen

1
2

Um die Rückmeldung "STO aktiv" zu verschalten, gehen Sie folgendermaßen vor:

1. Wählen Sie die Schaltfläche für das Rückmeldesignal.



2. Wählen Sie im darauf folgenden Auswahl-Menü die passende Einstellung für Ihre Anwendung.

Sie haben die Rückmeldung "STO aktiv" verschaltet. Der Umrichter meldet "STO aktiv" an die übergeordnete Steuerung nach Anwahl von STO.

Parameter	Beschreibung
r9773.01	**1-Signal**: STO im Antrieb ist aktiv

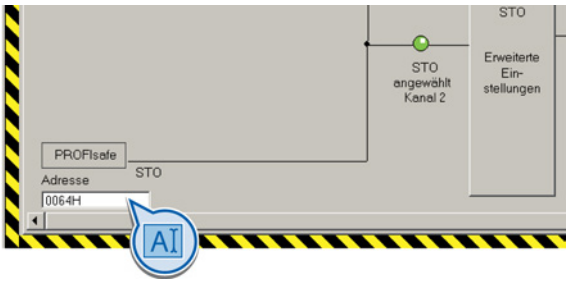
5.6.2 PROFIsafe konfigurieren

Adresse einstellen

Vorgehen

Um die PROFIsafe-Adresse einzustellen, gehen Sie folgendermaßen vor:

1. Wählen Sie im STARTER das Eingabefeld für die PROFIsafe-Adresse



2. Geben Sie die gleiche Adresse als HEX-Wert ein, die Sie in der Hardware-Konfiguration festgelegt haben (F_Dest_Add).

   Siehe auch Abschnitt: PROFIBUS-Kommunikation mit Telegramm 30 über GSD konfigurieren (Seite 76).

Sie haben die Kommunikation zwischen Umrichter und übergeordneter Steuerung (F-CPU) über das PROFIsafe-Telegramm 30 konfiguriert.

Parameter	Beschreibung
p9610	**PROFIsafe-Adresse** (Werkseinstellung: 0000 hex)

Shared Device freigeben

Wenn Sie die Sicherheitsfunktionen des Umrichters über PROFINET und "Shared Device" ansteuern, müssen Sie diese Funktion im Umrichter freigeben.

Siehe auch Abschnitt: Shared-Device-Kommunikation über PROFINETkonfigurieren (Seite 80).

Vorgehen

Um die Kommunikation über "Shared Device" im Umrichter freizugeben, gehen Sie folgendermaßen vor:

1. Wechseln Sie im STARTER zur Expertenliste.
2. Setzen Sie im STARTER p8929 = 2.

Sie haben die Kommunikation über "Shared Device" im Umrichter konfiguriert.

Start der Kommunikation über PROFIsafe

Wenn Sie den Umrichter zum ersten Mal über den Feldbus mit der übergeordneten Steuerung (F-CPU) verbinden, sendet die zentrale Steuerung die PROFIsafe-Konfigurationsdaten an den Umrichter. Nach dem Empfang der Konfigurationsdaten im Umrichter startet die PROFIsafe-Komunikation.

Der Umrichter überwacht die Kommunikation zur F-CPU erst nach dem Empfang der Konfigurationsdaten von der zentralen Steuerung.

5.6.3 Filter für sichere Eingänge einstellen

Das Eingangsfilter und die Gleichzeitigkeitsüberwachung des sicheren Eingangs müssen Sie bei allen SINAMICS-Umrichtern einstellen, wo der sichere Eingang F-DI zwei redundante Signale auswertet.

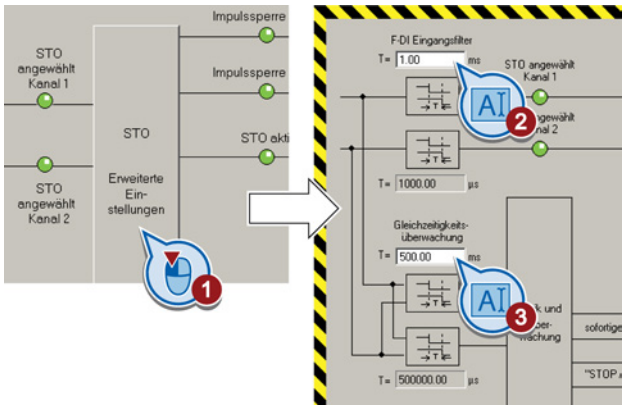
Beim SIMATIC ET 200pro FC kommt das Eingangssignal für STO von der F0-Schiene im Rückwandbus des ET-200pro-Systems. Die Gleichzeitigkeitsüberwachung entfällt daher für diesen Umrichter.

Vorgehen

1
2

Um das Eingangsfilter und die Gleichzeitigkeitsüberwachung des sicheren Eingangs einzustellen, gehen Sie folgendermaßen vor:

1. Wählen Sie die erweiterten Einstellungen von STO.



2. Stellen Sie die Entprellzeit für das F-DI-Eingangsfilter ein.
3. Stellen Sie die Diskrepanz für die Gleichzeitigkeitsüberwachung ein.
4. Schließen Sie die Maske.

Sie haben das Eingangsfilter und die Gleichzeitigkeitsüberwachung des sicheren Eingangs eingestellt.

Beschreibung der Signalfilter

Für die Signal-Aufbereitung der sicheren Eingänge steht Folgendes zur Verfügung:

- Eine Toleranzzeit für die Gleichzeitigkeits-Überwachung.
- Ein Filter zur Unterdrückung kurzzeitiger Signale, z. B. Testpulse.

Toleranzzeit für die Gleichzeitigkeits-Überwachung

Der Umrichter prüft, ob die Signale an beiden Eingängen immer den gleichen Signalzustand (high oder low) annehmen.

Bei elektromechanischen Sensoren, z. B. Not-Halt-Tastern oder Türschaltern, schalten die beiden Kontakte des Sensors nie exakt gleichzeitig und sind daher kurzzeitig inkonsistent (Diskrepanz). Eine dauerhafte Diskrepanz deutet auf einen Fehler in der Beschaltung eines sicheren Eingangs hin, z. B. einen Drahtbruch.

Der Umrichter toleriert kurzzeitige Diskrepanzen bei entsprechender Einstellung.

Die Toleranzzeit verlängert nicht die Reaktionszeit des Umrichters. Der Umrichter wählt seine Sicherheitsfunktion an, sobald eines der beiden F-DI-Signale seinen Zustand von high nach low ändert.

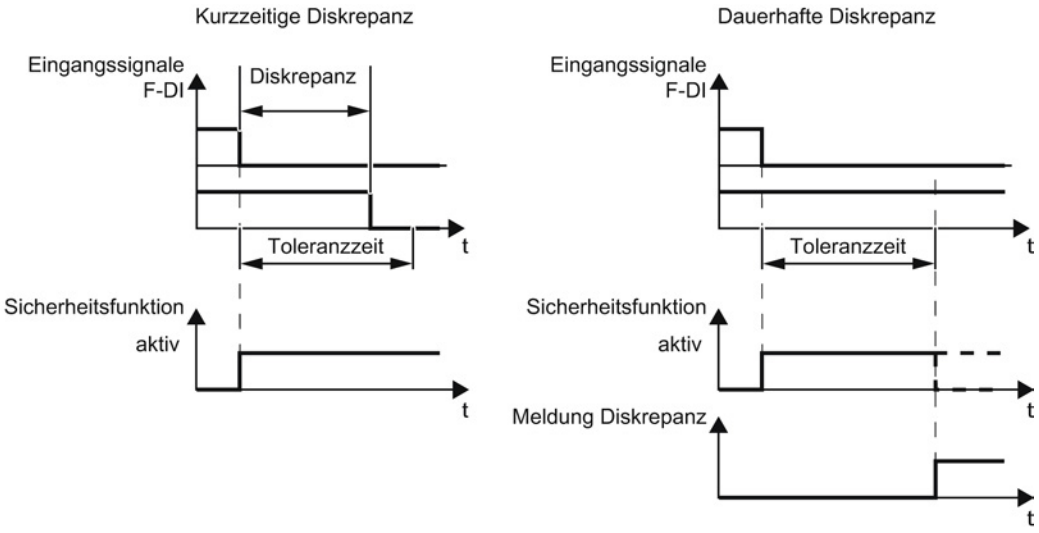


Bild 5-1 Toleranz gegenüber Diskrepanz

Filter zur Unterdrückung kurzzeitiger Signale

Der Umrichter reagiert normalerweise sofort auf Signaländerungen seiner sicheren Eingänge. In den folgenden Fällen ist das unerwünscht:

- Wenn Sie einen sicheren Eingang des Umrichters mit einem elektromechanischen Sensor verschalten, kann es durch Kontaktprellen zu Signalwechseln kommen, auf die der Umrichter reagiert.
- Einige Steuerungsbaugruppen testen ihre sicheren Ausgänge mit "Bitmustertests" (Hell- / Dunkeltests), um Fehler durch Kurz- oder Querschluss zu erkennen. Wenn Sie einen sicheren Eingang des Umrichters mit einem sicheren Ausgang einer Steuerungsbaugruppe verschalten, reagiert der Umrichter auf diese Testsignale. Ein Signalwechsel innerhalb eines Bitmustertests dauert typischerweise:
  - Helltest: 1 ms
  - Dunkeltest: 4 ms

Wenn der sichere Eingang zu viele Signalwechsel innerhalb einer bestimmten Zeit meldet, reagiert der Umrichter mit einer Störung.

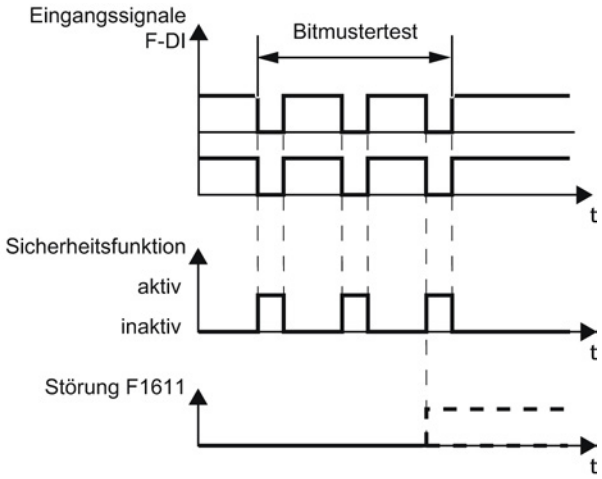


Bild 5-2 Reaktion des Umrichters auf einen Bitmustertest

Ein einstellbares Signalfilter im Umrichter unterdrückt kurzzeitige Signalwechsel durch Bitmustertest oder Kontaktprellen.

Das Filter verlängert die Reaktionszeit des Umrichters. Der Umrichter wählt seine Sicherheitsfunktion erst nach Ablauf der Entprellzeit an.

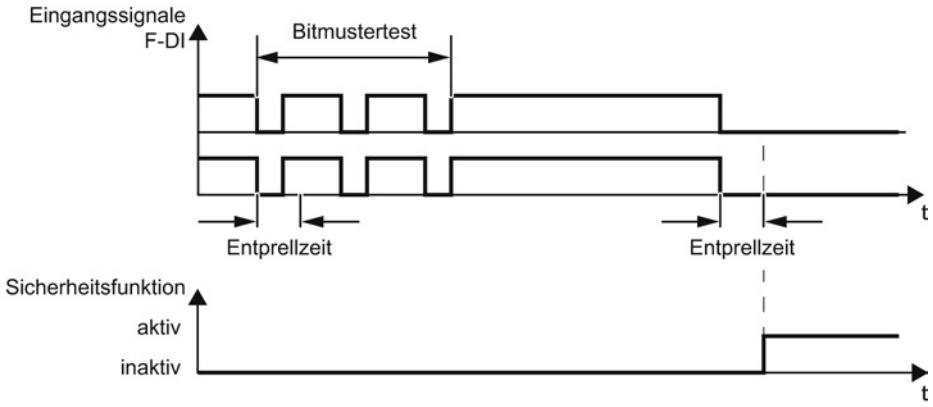


Bild 5-3 Filter zur Unterdrückung kurzer Signalwechsel

Parameter	Beschreibung
p9650 [1)]	**F-DI-Umschaltung Diskrepanzzeit** (Werkseinstellung: 500 ms) Toleranzzeit für die Umschaltung des sicheren Eingangs für die Basisfunktionen.
p9651	**STO Entprellzeit** (Werkseinstellung: 1 ms) Entprellzeit des sicheren Eingangs für die Basisfunktionen.

[1)] Beim SIMATIC ET 200pro FC ist die Toleranzzeit immer 0 ms.

Entprellzeiten für Standard- und Sicherheitsfunktionen

Die Entprellzeit p0724 für "Standard"-Digitaleingänge hat keinen Einfluss auf die Signale der sicheren Eingänge. Umgekehrt gilt das gleiche: Die F-DI-Entprellzeit beeinflusst die Signale der "Standard"-Eingänge nicht.

Wenn Sie einen Eingang als Standard-Eingang nutzen, stellen Sie die Entprellzeit über den Parameter p0724 ein.

Wenn Sie einen Eingang als sicheren Eingang nutzen, stellen Sie die Entprellzeit wie oben beschrieben ein.

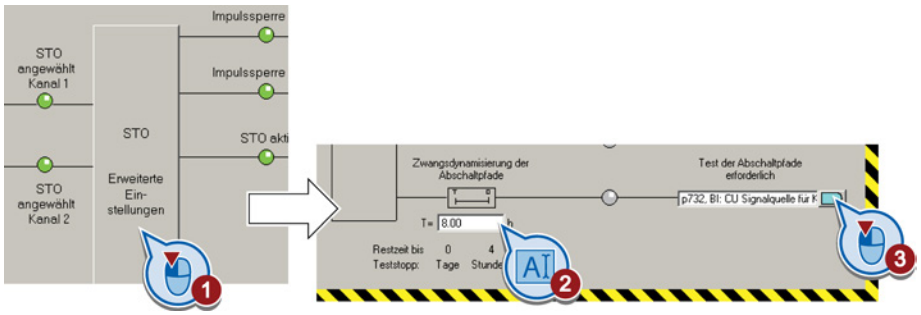
5.6.4 Zwangsdynamisierung (Teststopp) einstellen

Vorgehen

1
2

Um die Zwangsdynamisierung (Teststopp) der Basisfunktionen einzustellen, gehen Sie folgendermaßen vor:

1. Wählen Sie die erweiterten Einstellungen von STO.



2. Setzen Sie die Überwachungszeit auf einen Wert passend zu Ihrer Anwendung.
3. Der Umrichter meldet mit diesem Signal, dass eine Zwangsdynamisierung (ein Teststopp) erforderlich ist.

   Verschalten Sie diese Meldung mit einem Umrichtersignal Ihrer Wahl.

Sie haben die Zwangsdynamisierung (Teststopp) der Basisfunktionen eingestellt.

Beschreibung

Die Zwangsdynamisierung (Teststopp) der Basisfunktionen ist der Selbsttest des Umrichters. Der Umrichter prüft seine Schaltkreise zum Abschalten des Drehmoments. Wenn Sie das Safe Brake Relay verwenden, prüft der Umrichter bei der Zwangsdynamisierung auch die Schaltkreise dieser Komponente.

Sie starten die Zwangsdynamisierung nach jeder Anwahl der Funktion STO.

Der Umrichter überwacht über einen Zeitbaustein, ob die Zwangsdynamisierung regelmäßig durchgeführt wird.

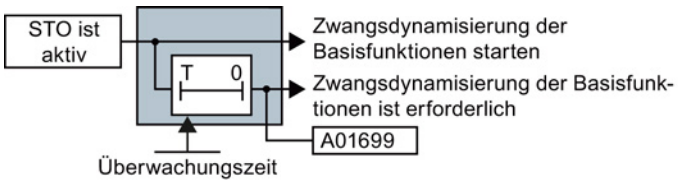


Bild 5-4 Start und Überwachung der Zwangsdynamisierung (Teststopp)

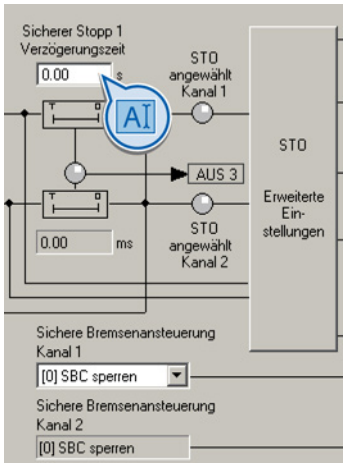
Parameter	Beschreibung
p9659	**Zwangsdynamisierung Timer** (Werkseinstellung: 8 h) Überwachungszeit für die Zwangsdynamisierung.
r9660	**Zwangsdynamisierung Restzeit** Anzeige der Restzeit bis zur Durchführung von Dynamisierung und Test der Safety-Abschaltpfade.
r9773.31	**1-Signal: Zwangsdynamisierung ist erforderlich** Signal für die übergeordnete Steuerung.

5.6.5 Verzögerungszeit für SS1 einstellen

Vorgehen

1
2

Stellen Sie die Verzögerungszeit für SS1 ein. Die Verzögerungszeit muss größer sein als die AUS3-Rücklaufzeit.



Sie haben die Funktion SS1 eingestellt.

Parameter	Beschreibung
p9652	**Safe Stop 1 Verzögerungszeit** Einstellung der Verzögerungszeit der Impulslöschung für die Funktion "Safe Stop 1" (SS1) zum Bremsen mit der AUS3-Rücklaufzeit.
p1135	AUS3-Rücklaufzeit

Beschreibung: die Funktion SS1 ohne Überwachung der Drehzahl

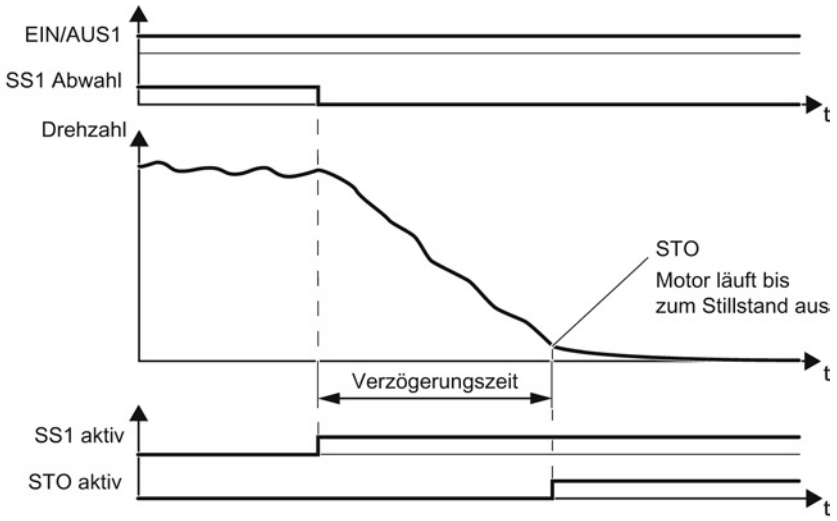


Bild 5-5 SS1 ohne Überwachung der Drehzahl

Bei Anwahl von SS1 bremst der Umrichter den Motor mit der AUS3-Rücklaufzeit.

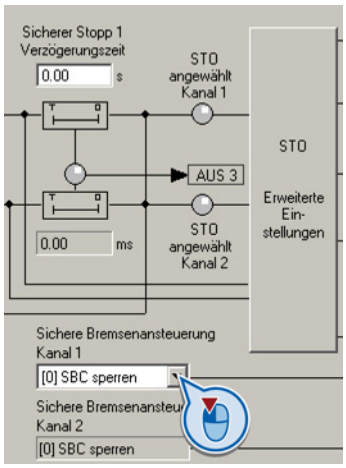
Nach der Verzögerungszeit schaltet der Umrichter unabhängig von der aktuellen Drehzahl das Drehmoment des Motors mit der Funktion STO ab.

5.6.6 SBC freigeben

Vorgehen

1
2

Geben Sie die Funktion SBC frei.



Sie haben die Funktion SBC freigegeben.

Parameter	Beschreibung
p9602	**Freigabe sichere Bremsenansteuerung** 0: SBC ist gesperrt 1: SBC ist freigegeben

5.6.7 Abschließende Schritte

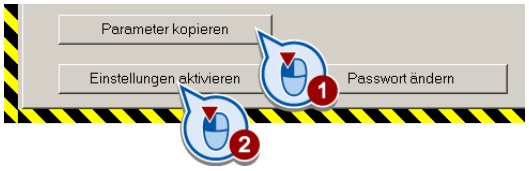
Einstellungen aktivieren

Vorgehen

1
2

Um die Einstellungen der Sicherheitsfunktionen zu aktivieren, gehen Sie folgendermaßen vor:

1. Wählen Sie die Schaltfläche "Parameter kopieren", um ein redundantes Abbild Ihrer Einstellungen im Umrichter zu erzeugen.



2. Wählen Sie die Schaltfläche "Einstellungen aktivieren".
3. Wenn das Passwort in Werkseinstellung ist, folgt die Aufforderung, das Passwort zu ändern.
   Wenn Sie ein unzulässiges Passwort vorgeben, bleibt das alte Passwort erhalten.
4. Bestätigen Sie die Abfrage zur Sicherung Ihrer Einstellungen (RAM nach ROM kopieren).
5. Schalten Sie die Versorgungsspannung des Umrichters aus.
6. Warten Sie, bis alle LED auf dem Umrichter spannungslos sind.
7. Schalten Sie die Versorgungsspannung des Umrichters wieder ein.

Ihre Einstellungen sind jetzt aktiv.

Parameter	Beschreibung
p9700 = D0 hex	**SI Kopierfunktion** (Werkseinstellung: 0) Kopierfunktion SI-Parameter starten.
p9701 = DC hex	**Datenänderung bestätigen** (Werkseinstellung: 0) SI-Basic Parameteränderung bestätigen.
p0010 = 0	**Antrieb Inbetriebnahme Parameterfilter** 0: Bereit
p0971 = 1	**Parameter speichern** 1: Antriebsobjekt speichern (RAM nach ROM kopieren) Nachdem der Umrichter die Parameter netzausfallsicher gesichert hat, wird p0971 = 0.

Verschaltung der Digitaleingänge kontrollieren

Die gleichzeitige Verschaltung von Digitaleingängen mit einer Sicherheitsfunktion und einer "Standard"-Funktion kann zu unerwartetem Verhalten des Antriebs führen.

Wenn Sie Sicherheitsfunktionen im Umrichter über Digitaleingänge ansteuern, müssen Sie prüfen, ob diese Digitaleingänge mit einer "Standard"-Funktion verschaltet sind.

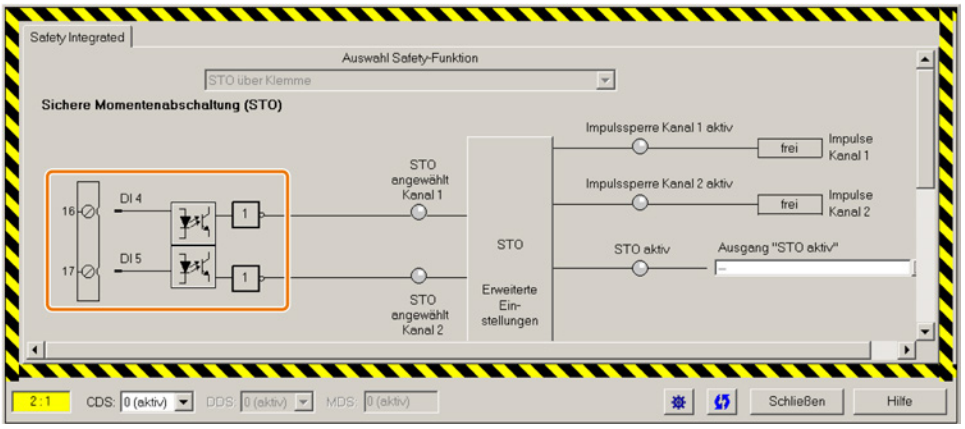


Bild 5-6 Beispiel: Belegung der Digitaleingänge DI 4 und DI 5 mit STO

Vorgehen

1
2

Um zu verhindern, dass die sicheren Eingänge der Sicherheitsfunktionen unbeabsichtigt "Standard"-Funktionen im Umrichter ansteuern, gehen Sie folgendermaßen vor:

1. Wählen Sie im STARTER im Projektnavigator die Ein-/Ausgänge.
2. Wählen Sie die Maske für die Digitaleingänge.
3. Entfernen Sie alle Verschaltungen der Digitaleingänge, die Sie als sicheren Eingang F-DI nutzen:
4. Wenn Sie die Datensatzumschaltung CDS nutzen, müssen Sie die Verschaltungen der Digitaleingänge für alle CDS löschen.

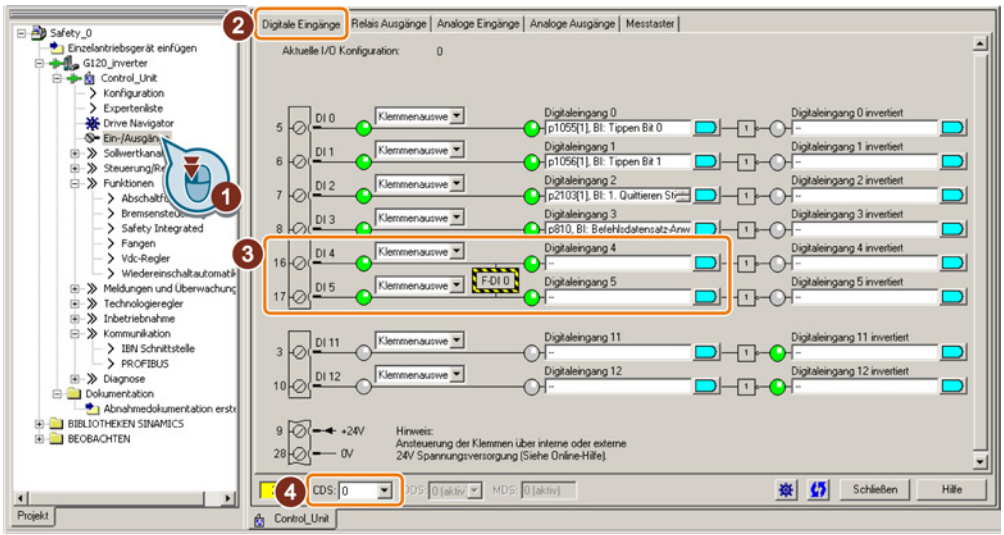


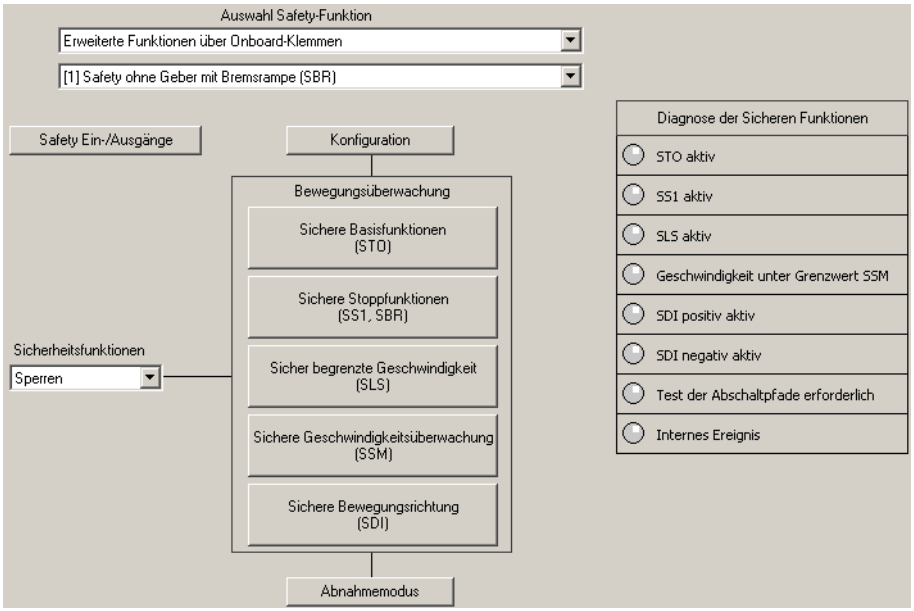
Bild 5-7 Verschaltungen der Digitaleingänge DI 4 und DI 5 entfernen

Sie haben verhindert, dass die sicheren Eingänge der Sicherheitsfunktionen "Standard"-Funktionen im Umrichter ansteuern.

5.7 Erweiterte Funktionen einstellen

STARTER-Maske zum Einstellen der erweiterten Funktionen

Der Ausgangspunkt für alle weiteren Einstellungen ist die folgende STARTER-Maske:



Übersicht zum Vorgehen

1
2

Um alle erweiterten Funktionen einzustellen, müssen Sie folgendermaßen vorgehen:

1. Legen Sie die Grundeinstellungen für alle Sicherheitsfunktionen fest. Siehe Abschnitt: Grundeinstellungen (Seite 102).
2. Wenn erforderlich, verschalten Sie die sicheren Ein- und Ausgänge. Siehe Abschnitte:
   - Sichere Eingänge einstellen (Seite 108)
   - Sicheren Ausgang einstellen (Seite 116).
3. Wenn erforderlich, konfigurieren Sie die Kommunikation über PROFIsafe. Siehe Abschnitt: PROFIsafe im Umrichter konfigurieren (Seite 122).
4. Passen Sie die Sicherheitsfunktionen, die Sie verwenden, an Ihre Anwendung an. Siehe Abschnitte:
   - SS1 einstellen (Seite 125)
   - SLS einstellen (Seite 132)
   - SSM einstellen (Seite 136)
   - SDI einstellen (Seite 140)
5. Schließen Sie die Inbetriebnahme ab. Siehe auch Abschnitt: Abschließende Schritte (Seite 144).

Sie haben die erweiterten Funktionen eingestellt.

5.7.1 Grundeinstellungen

5.7.1.1 Sicherheitsfunktionen freigeben

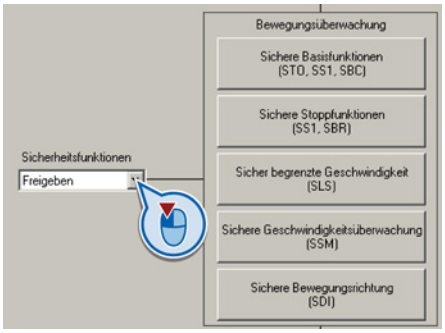
Sicherheitsfunktionen freigeben

Vorgehen

1
2

Um die Sicherheitsfunktionen freizugeben, gehen Sie folgendermaßen vor:

1. Wählen Sie die STARTER-Maske der erweiterten Funktionen.
2. Geben Sie die Sicherheitsfunktionen frei.



Sie haben die Sicherheitsfunktionen im Umrichter freigegeben.

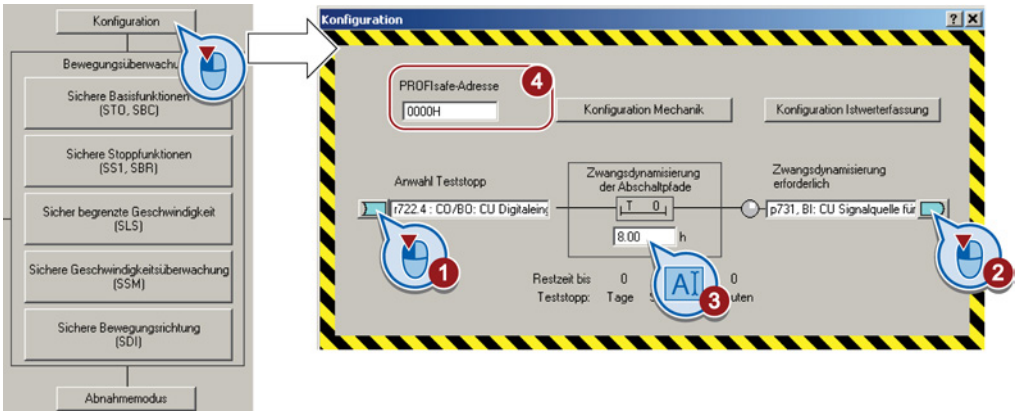
5.7.1.2 Zwangsdynamisierung (Teststopp) einstellen

Vorgehen

1
2

Um die Zwangsdynamisierung (Teststopp) der erweiterten Funktionen einzustellen, gehen Sie folgendermaßen vor:

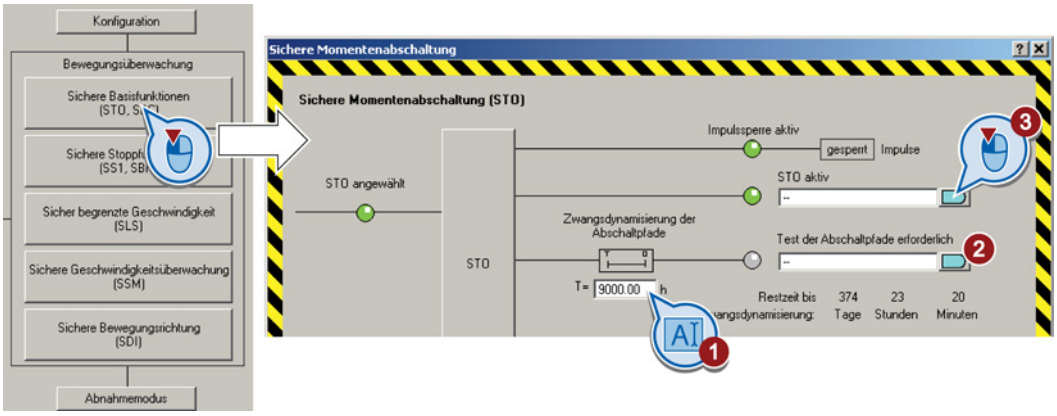
1. Wählen Sie die Schaltfläche "Konfiguration".
2. Stellen Sie Folgendes ein:



– ① Dieses Signal startet die Zwangsdynamisierung (Teststopp) und setzt die Restzeit der Überwachung zurück auf den Wert ③. Verschalten Sie dieses Signal z. B. mit einem Digitaleingang oder einem Bit im Steuerwort des Feldbusses.

- ② Bei diesem Signal müssen Sie eine Zwangsdynamisierung (Teststopp) durchführen. Verschalten Sie dieses Signal z. B. mit einem Digitalausgang Ihrer Wahl oder einem Statusbit im Feldbus.
- ③ Zeit bis zum nächstenTeststopp.
- ④ Dieses Eingabefeld ist nur sichtbar, wenn Sie PROFIsafe als Schnittstelle gewählt haben. Die Einstellung dürfen Sie zunächst ignorieren. Siehe auch Abschnitt: PROFIsafe im Umrichter konfigurieren (Seite 122).

3. Schließen Sie die Maske.
4. Wählen Sie die Schaltfläche für die Funktion "STO":



5. Stellen Sie Folgendes ein:
   - ① Überwachungszeit = Maximalwert (9000 Stunden). Damit ist die Überwachung der Zwangsdynamisierung für die Basisfunktionen wirkungslos.

     Diese Überwachung ist bei Nutzung der erweiterten Funktionen unnötig, weil die Zwangsdynamisierung der erweiterten Funktionen die Zwangsdynamiserung der Basisfunktionen beinhaltet.
   - ② Keine Einstellung erforderlich.
   - ③ Wenn erforderlich, verschalten Sie den Status der Funktion STO z. B. mit einem Digitalausgang Ihrer Wahl.
6. Schließen Sie die Maske.

Sie haben die Zwangsdynamisierung (Teststopp) der erweiterten Funktionen eingestellt.

Beschreibung

Die Zwangsdynamisierung (Teststopp) der erweiterten Funktionen ist der Selbsttest des Umrichters. Der Umrichter prüft seine Schaltkreise zur Überwachung der Drehzahl und zum Abschalten des Drehmoments.

Der Umrichter überwacht über einen Zeitbaustein, ob die Zwangsdynamisierung regelmäßig durchgeführt wird.

Sie müssen die Zwangsdynamisierung mit einem Signal Ihrer Wahl starten.

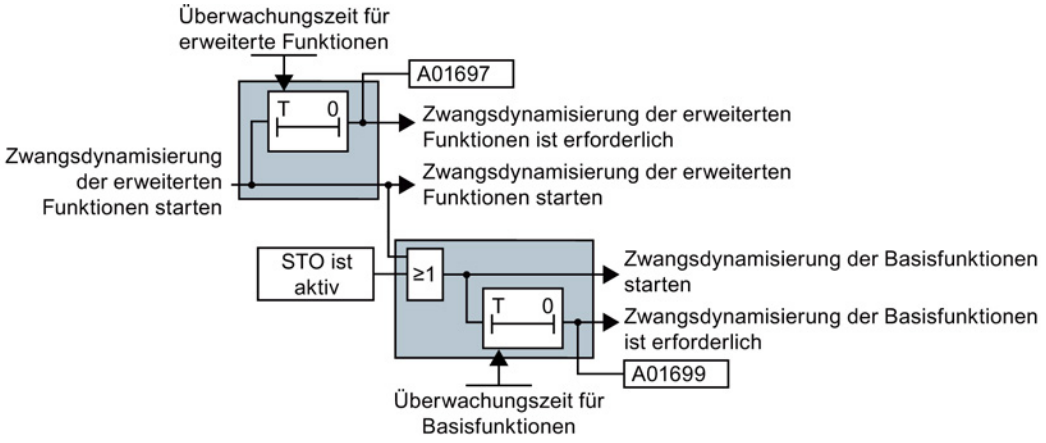


Bild 5-8 Start und Überwachung der Zwangsdynamisierung (Teststopp)

Parameter	Beschreibung
p9559	**Zwangsdynamisierung Timer** (Werkseinstellung: 8 h) Überwachungszeit für die Zwangsdynamisierung der erweiterten Funktionen.
p9659	**Zwangsdynamisierung Timer** (Werkseinstellung: 8 h) Überwachungszeit für die Zwangsdynamisierung der Basisfunktionen.
r9660	**Zwangsdynamisierung Restzeit** Anzeige der Restzeit bis zur Durchführung der Zwangsdynamisierung der Basisfunktionen.
p9705	**Zwangsdynamisierung Signalquelle** (Werkseinstellung: 0) Signalquelle für die Zwangsdynamisierung der Basisfunktionen und der erweiterten Funktionen.
r9723.0	**1-Signal: Zwangsdynamisierung der erweiterten Funktionen ist erforderlich** Signal für die übergeordnete Steuerung.
r9765	**Zwangsdynamisierung Restzeit** Anzeige der Restzeit bis zur Durchführung der Zwangsdynamisierung der erweiterten Funktionen.
r9773.31	**1-Signal: Zwangsdynamisierung der Basisfunktionen ist erforderlich**

5.7.1.3 Getriebefaktor und Istwerttoleranz einstellen

Vorgehen

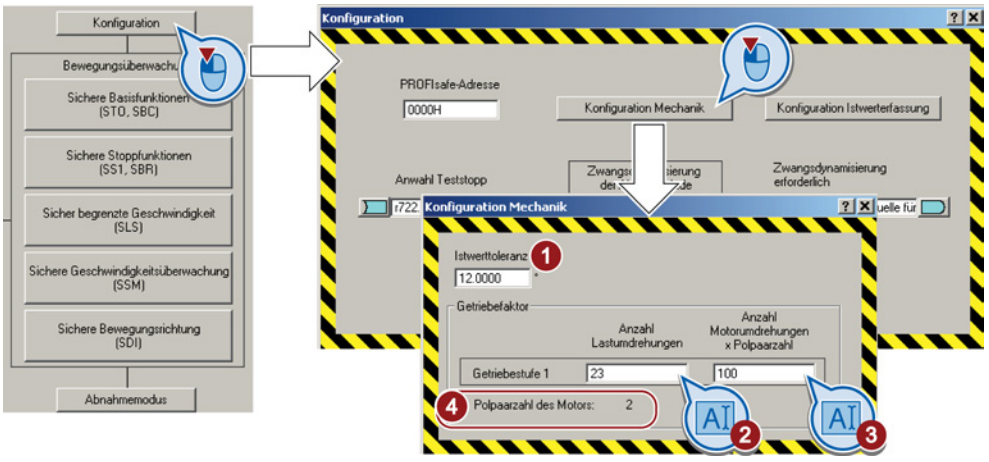
Um Getriebefaktor und Istwerttoleranz einzustellen, gehen Sie folgendermaßen vor:

1. Wählen Sie die Schaltfläche "Konfiguration".
2. Wählen Sie die Schaltfläche "Konfiguration Mechanik".
3. Stellen Sie Folgendes ein:
   - ① **Istwerttoleranz**:
     In den meisten Fällen müssen Sie diesen Wert nicht ändern. Wenn der Umrichter im Betrieb die Meldung C01711 oder C30711 (Störwert 3 oder 44 … 57) ausgibt, erhöhen Sie diesen Wert schrittweise, bis die Meldung nicht mehr auftritt.
     Hinweis: Wenn Sie diesen Wert erhöhen, wird die Drehzahlüberwachung des Umrichters unempfindlicher gegenüber Grenzwertverletzungen.
   - ②, ③ **Getriebefaktor**:
     Lesen Sie die Polpaarzahl ④ des Motors ab und stellen Sie die Daten Ihrer Maschine gemäß folgender Tabelle ein.

	Anzahl Lastumdrehungen	Anzahl Motorumdrehungen
Ohne Getriebe	Wert ② = 1	Wert ③ = Polpaarzahl ④
Getriebe mit Drehzahlverhältnis Last/Motor = L/M	Wert ② = L	Wert ③ = M × Polpaarzahl ④

Beispiel: Der Antrieb hat ein Getriebe mit einem Drehzahlverhältnis Last/Motor = 23/50 ⇒

⇒ Wert ② = 23, Wert ③ = 50 × Polpaarzahl ④



4. Schließen Sie die Masken.

Sie haben Getriebefaktor und Istwerttoleranz eingestellt.

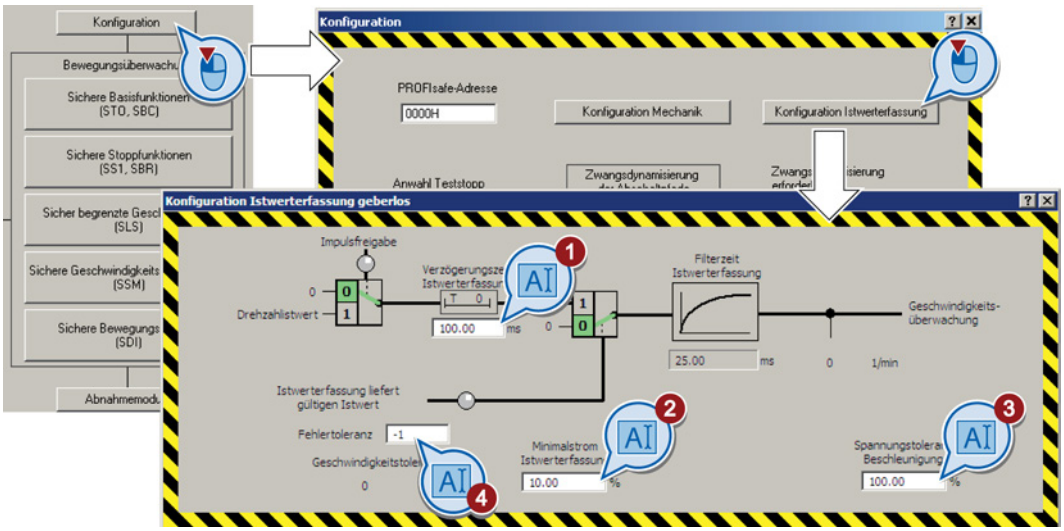
Parameter	Beschreibung
p9521	**Anzahl Lastumdrehungen** (Werkseinstellung: 1) Nenner für die Getriebeübersetzung zwischen Motor und Last.
p9522	**Anzahl Motorumdrehungen** (Werkseinstellung: 2000 min^{-1}) Zähler für die Getriebeübersetzung zwischen Motor und Last.
p9542	**Istwerttoleranz** (Werkseinstellung: 12 °) Toleranz für den kreuzweisen Vergleich der Istposition zwischen Prozessor 1 und 2.

5.7.1.4 Geberlose Istwerterfassung einstellen

Vorgehen

Um die geberlose Istwerterfassung einzustellen, gehen Sie folgendermaßen vor:

1. Wählen Sie die Schaltfläche "Konfiguration".
2. Wählen Sie die Schaltfläche "Konfiguration Istwerterfassung".
3. Stellen Sie Folgendes ein:
   - ① **Verzögerungszeit Istwerterfassung**:
     In den meisten Fällen müssen Sie diesen Wert nicht ändern. Wenn Sie den Motor bei aktiver Sicherheitsfunktion (SLS, SDI oder SSM) einschalten und der Umrichter reagiert beim Einschalten mit einer Safety-Störung, erhöhen Sie diesen Wert im Bereich 50 % … 100 % der Motor-Auferregungszeit (Parameter p0346).
   - ② **Minimalstrom Istwerterfassung**:
     In den meisten Fällen müssen Sie diese Einstellung nicht ändern. Falls der Umrichter bei niedrigem Strombedarf des Motors mit einer Störnung reagiert, dann verringern Sie diesen Werten in Schritten von 1 %, bis die Störung nicht mehr auftritt.
   - ③ **Spannungstoleranz Beschleunigung:**
     In den meisten Fällen müssen Sie diesen Parameter nicht ändern. Wenn der Umrichter bei Beschleunigungsvorgängen mit sehr kurzen Hoch- und Rücklaufzeiten mit einer Störung der Sicherheitsfunktionen reagiert, erhöhen Sie diesen Wert schrittweise um ca. 10 %.
   - ④ **Fehlertoleranz**:
     In den meisten Fällen müssen Sie diesen Parameter nicht ändern. Dieser Parameter kann sporadische Störungen der Sicherheitsfunktionen unterdrücken. Der Parameter legt fest, wie oft der Umrichter das Ansprechen seiner internen Plausibilitätsüberwachung pro Sekunde toleriert.



4. Schließen Sie die Masken.

Sie haben die geberlose Istwerterfassung eingestellt.

Parameter	Beschreibung
p9585	**Fehlertoleranz** (Werkseinstellung: -1) Toleranz der Plausibilitätsüberwachung von Strom und Spannungswinkel.
p9586	**Verzögerungszeit Istwerterfassung** (Werkseinstellung: 100 ms) Verzögerungszeit für die Auswertung der geberlosen Istwerterfassung nach dem Einschalten des Motors.
p9588	**Minimalstrom Istwerterfassung** (Werkseinstellung: 10 %) Minimalstrom bei geberloser Istwerterfassung (1 % ≙ 10 mA).
p9589	**Spannungstoleranz Beschleunigung** (Werkseinstellung: 100 %) Beschleunigungsgrenze zum Filtern von Unstetigkeiten bei der Geschwindigkeit.

5.7.2 Sichere Eingänge einstellen

Voraussetzung

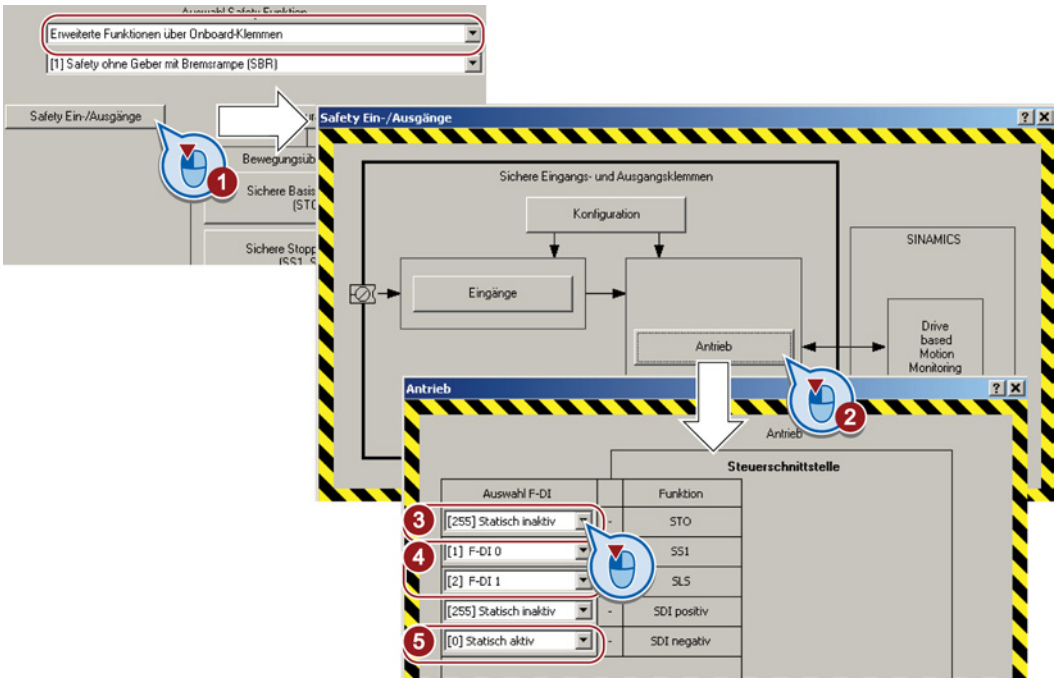
Sie haben die erweiterten Funktionen über Onboard-Klemmen gewählt.

Vorgehen

1
2

Um die sicheren Eingänge mit Sicherheitsfunktionen zu verschalten, gehen Sie folgendermaßen vor:

1. Wählen Sie die Schaltfläche "Safety Ein-/ Ausgänge".
2. Wählen Sie die Schaltfläche "Antrieb".
3. Verschalten Sie die sicheren Eingänge mit den Sicherheitsfunktionen:
   - ③ Wenn Sie eine Sicherheitsfunktion nicht nutzen, setzen Sie die zugehörige "Auswahl F-DI" = "[255] Statisch inaktiv".
   - ④ Verschalten die sicheren Eingänge mit den entsprechenden Sicherheitsfunktionen.
   - ⑤ Wenn eine Sicherheitsfunktion immer aktiv sein soll, setzen Sie die zugehörige "Auswahl F-DI" = "[0] Statisch aktiv".



4. Schließen Sie die Masken.

Sie haben die sicheren Eingänge bestimmten Sicherheitsfunktionen zugeordnet.

Parameter	Beschreibung
p10022	**STO Eingangsklemme** (Werkseinstellung: 0)
p10023	**SS1 Eingangsklemme** (Werkseinstellung: 0)
p10026	**SLS Eingangsklemme** (Werkseinstellung: 0)
p10030	**SDI positiv Eingangsklemme** (Werkseinstellung: 0)
p10031	**SDI negativ Eingangsklemme** (Werkseinstellung: 0)
alle	0: Statisch aktiv 1: F-DI 0 2: F-DI 1 3: F-DI 2 255: Statisch inaktiv

5.7.2.1 Filter für sichere Eingänge einstellen

Ansteuerung über Onboard-Klemmen

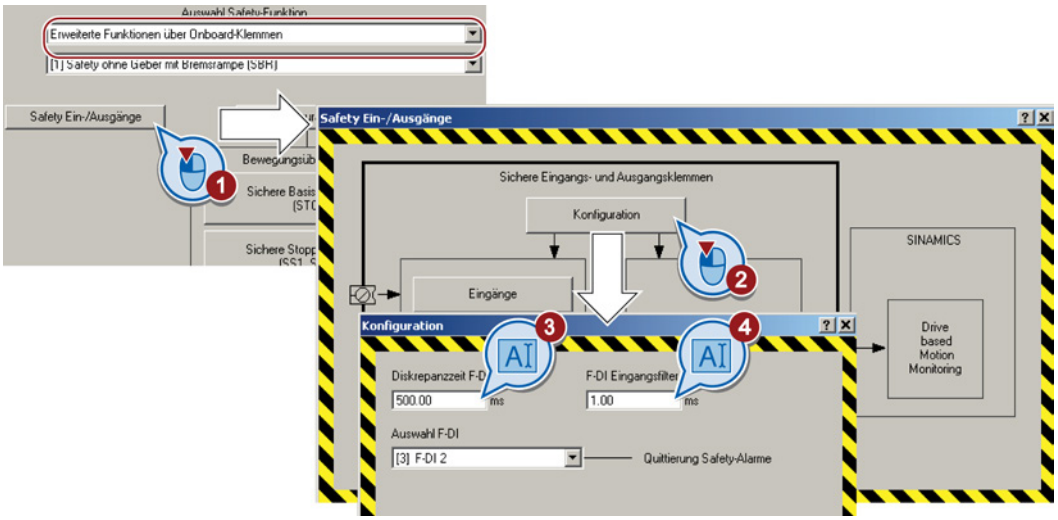
Voraussetzung

Sie haben die erweiterten Funktionen über Onboard-Klemmen gewählt.

Vorgehen

Um die Filter der sicheren Eingänge einzustellen, gehen Sie folgendermaßen vor:

1. Wählen Sie die Schaltfläche "Safety Ein-/Ausgänge".
2. Wählen Sie die Schaltfläche "Konfiguration".
3. Stellen Sie Folgendes ein:
   - ③ Diskrepanzzeit der sicheren Eingänge.
   - ④ Eingangsfilter der sicheren Eingänge.



4. Schließen Sie die Masken.

Sie haben die Filter für die sicheren Eingänge eingestellt.

Ansteuerung über PROFIsafe und Onboard-Klemmen

Voraussetzung

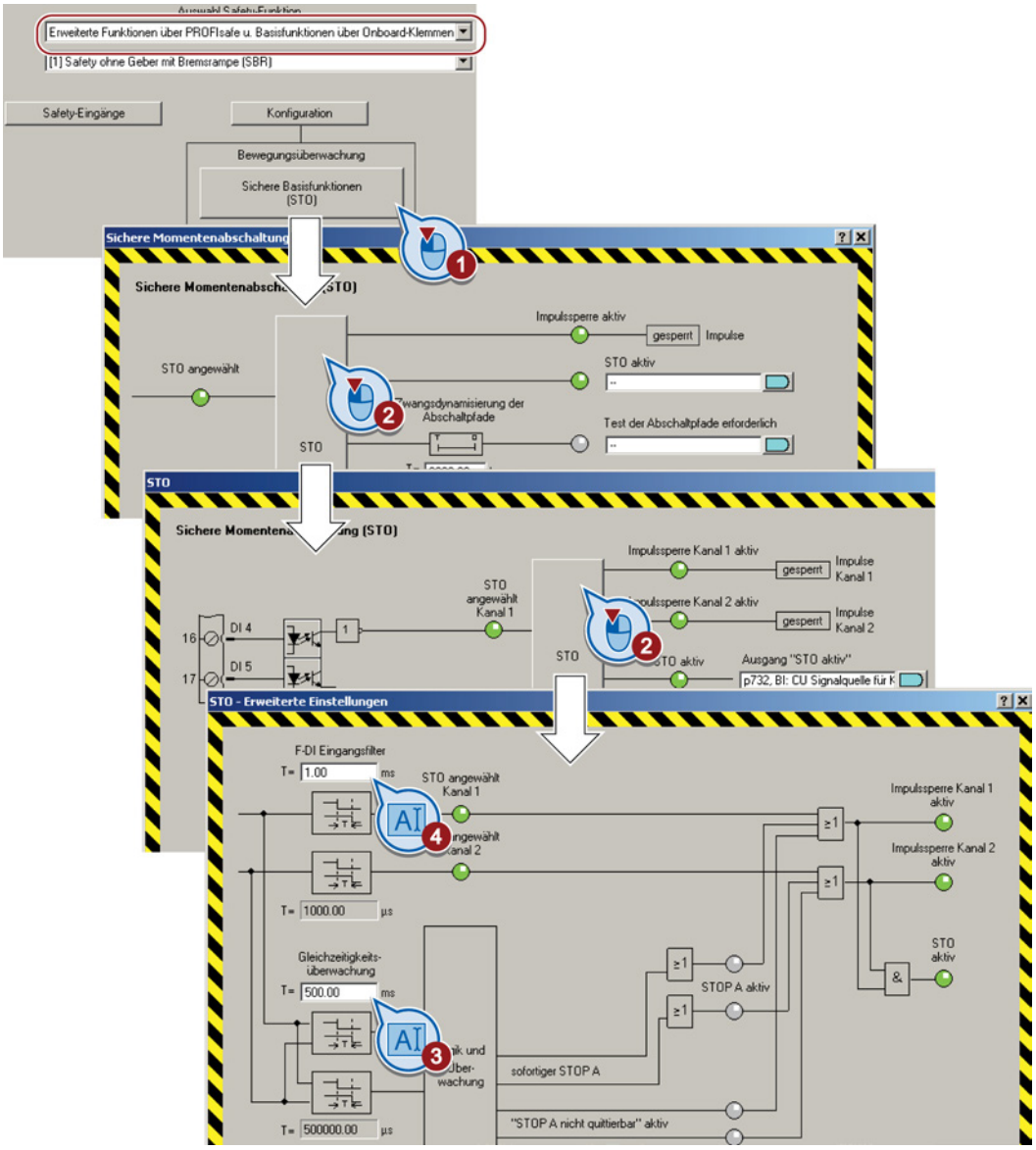
Sie haben die erweiterten Funktionen über PROFIsafe und Onboard-Klemmen gewählt.

Vorgehen

Um die Filter der sicheren Eingänge einzustellen, gehen Sie folgendermaßen vor:

1. Wählen Sie die Schaltfläche "Sichere Basisfunktionen".
2. Wählen Sie in den folgenden beiden Masken jeweils die Schaltfläche "STO".

3. Stellen Sie Folgendes ein:
   - ③ Diskrepanzzeit (Gleichzeitigkeitsüberwachung) des sicheren Eingangs.
   - ④ Eingangsfilter des sicheren Eingangs.



4. Schließen Sie die Masken.

Sie haben die Filter für die sicheren Eingänge eingestellt.

Beschreibung der Signalfilter

Für die Signal-Aufbereitung der sicheren Eingänge steht Folgendes zur Verfügung:

- Eine Toleranzzeit für die Gleichzeitigkeits-Überwachung.
- Ein Filter zur Unterdrückung kurzzeitiger Signale, z. B. Testpulse.

Toleranzzeit für die Gleichzeitigkeits-Überwachung

Der Umrichter prüft, ob die Signale an beiden Eingängen immer den gleichen Signalzustand (high oder low) annehmen.

Bei elektromechanischen Sensoren, z. B. Not-Halt-Tastern oder Türschaltern, schalten die beiden Kontakte des Sensors nie exakt gleichzeitig und sind daher kurzzeitig inkonsistent (Diskrepanz). Eine dauerhafte Diskrepanz deutet auf einen Fehler in der Beschaltung eines sicheren Eingangs hin, z. B. einen Drahtbruch.

Der Umrichter toleriert kurzzeitige Diskrepanzen bei entsprechender Einstellung.

Die Toleranzzeit verlängert nicht die Reaktionszeit des Umrichters. Der Umrichter wählt seine Sicherheitsfunktion an, sobald eines der beiden F-DI-Signale seinen Zustand von high nach low ändert.

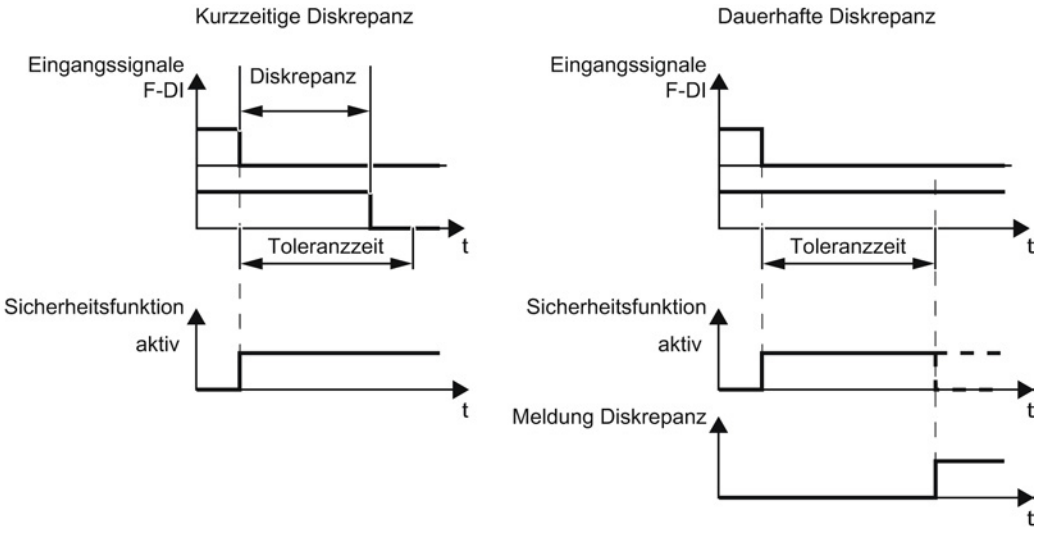


Bild 5-9 Toleranz gegenüber Diskrepanz

Filter zur Unterdrückung kurzzeitiger Signale

Der Umrichter reagiert normalerweise sofort auf Signaländerungen seiner sicheren Eingänge. In den folgenden Fällen ist das unerwünscht:

- Wenn Sie einen sicheren Eingang des Umrichters mit einem elektromechanischen Sensor verschalten, kann es durch Kontaktprellen zu Signalwechseln kommen, auf die der Umrichter reagiert.
- Einige Steuerungsbaugruppen testen ihre sicheren Ausgänge mit "Bitmustertests" (Hell- / Dunkeltests), um Fehler durch Kurz- oder Querschluss zu erkennen. Wenn Sie einen sicheren Eingang des Umrichters mit einem sicheren Ausgang einer Steuerungsbaugruppe verschalten, reagiert der Umrichter auf diese Testsignale. Ein Signalwechsel innerhalb eines Bitmustertests dauert typischerweise:
  - Helltest: 1 ms
  - Dunkeltest: 4 ms

Wenn der sichere Eingang zu viele Signalwechsel innerhalb einer bestimmten Zeit meldet, reagiert der Umrichter mit einer Störung.

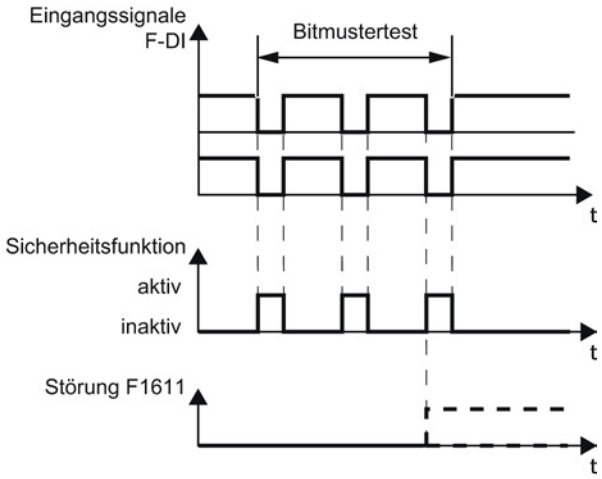


Bild 5-10 Reaktion des Umrichters auf einen Bitmustertest

Ein einstellbares Signalfilter im Umrichter unterdrückt kurzzeitige Signalwechsel durch Bitmustertest oder Kontaktprellen.

Das Filter verlängert die Reaktionszeit des Umrichters. Der Umrichter wählt seine Sicherheitsfunktion erst nach Ablauf der Entprellzeit an.

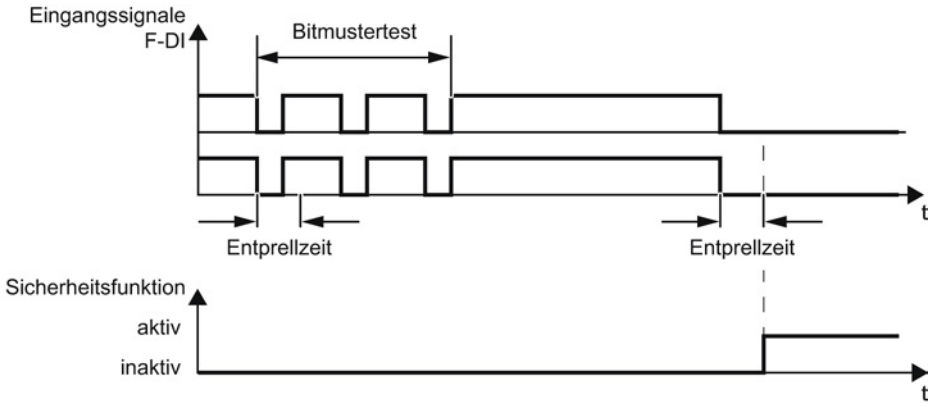


Bild 5-11 Filter zur Unterdrückung kurzer Signalwechsel

Parameter	Beschreibung
p9650	**F-DI-Umschaltung Diskrepanzzeit** (Werkseinstellung: 500 ms) Toleranzzeit für die Umschaltung des sicheren Eingangs für die Basisfunktionen.
p9651	**STO Entprellzeit** (Werkseinstellung: 1 ms) Entprellzeit des sicheren Eingangs für die Basisfunktionen.
p10002	**F-DI-Umschaltung Diskrepanzzeit** (Werkseinstellung: 500 ms) Toleranzzeit für die Umschaltung der sicheren Eingänge für die erweiterten Funktionen.
p10017	**Digitaleingänge Entprellzeit** (Werkseinstellung: 1 ms) Entprellzeit der sicheren Eingänge für die erweiterten Funktionen.

Entprellzeiten für Standard- und Sicherheitsfunktionen

Die Entprellzeit p0724 für "Standard"-Digitaleingänge hat keinen Einfluss auf die Signale der sicheren Eingänge F-DI. Umgekehrt gilt das gleiche: Die F-DI-Entprellzeit beeinflusst die Signale der "Standard"-Eingänge nicht.

Wenn Sie einen Eingang als Standard-Eingang nutzen, stellen Sie die Entprellzeit über den Parameter p0724 ein.

Wenn Sie einen Eingang als sicheren Eingang nutzen, stellen Sie die Entprellzeit wie oben beschrieben ein.

5.7.2.2 Signal zum fehlersicheren Quittieren verschalten

Voraussetzung

Sie haben die erweiterten Funktionen über Onboard-Klemmen gewählt.

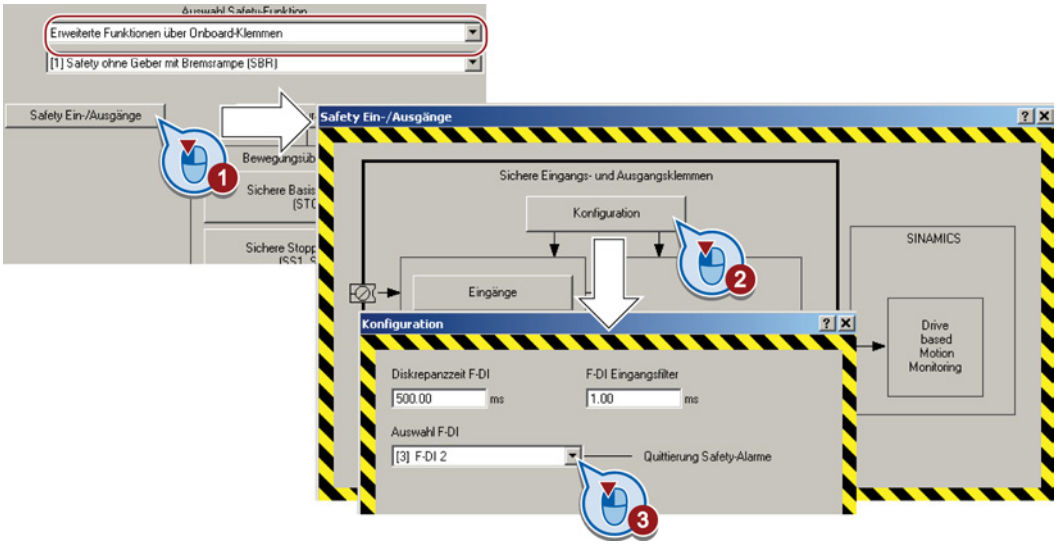
Vorgehen

1
2

Um das fehlersichere Quittier-Signal einem sicheren Eingang zuzuordnen, gehen Sie folgendermaßen vor:

1. Wählen Sie die Schaltfläche "Safety Ein-/Ausgänge".
2. Wählen Sie die Schaltfläche "Konfiguration".
3. Wählen Sie einen freien sicheren Eingang für das fehlersichere Quittieren aus.

   Wenn Sie keinen freien sicheren Eingang mehr zur Verfügung haben, dann müssen Sie Störungen der Sicherheitsfunktionen über einen anderen Weg quittieren.
   Siehe auch Abschnitt: Quittieren mit einem fehlersicheren Signal (Seite 222).



Sie haben das fehlersichere Quittier-Signal mit einem sicheren Eingang verschaltet.

5.7.3 Sicheren Ausgang einstellen

5.7.3.1 Ausgangssignal und Testmodus einstellen

Voraussetzung

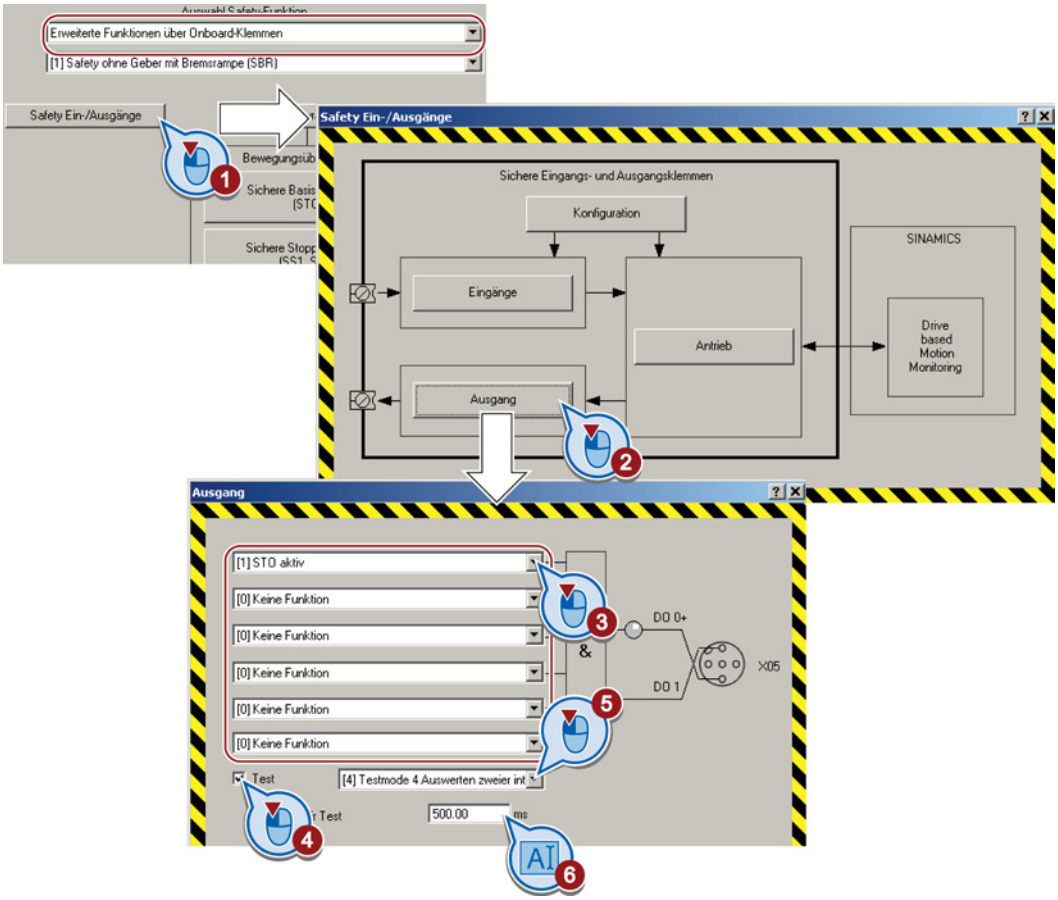
Sie haben die erweiterten Funktionen über Onboard-Klemmen gewählt.

Vorgehen

1
2

Um den sicheren Ausgang einzustellen, gehen Sie folgendermaßen vor:

1. Wählen Sie die Schaltfläche "Safety Ein-/Ausgänge".
2. Wählen Sie die Schaltfläche "Ausgang".



3. Verschalten Sie die Statussignale Ihrer Wahl mit dem fehlersicheren Ausgang.

Ihnen stehen die folgenden Signale zur Verfügung:

- STO aktiv
- SS1 aktiv
- SLS aktiv
- SSM Rückmeldung aktiv
- Internes Ereignis
- SDI positiv aktiv
- SDI negativ aktiv
- Safestate

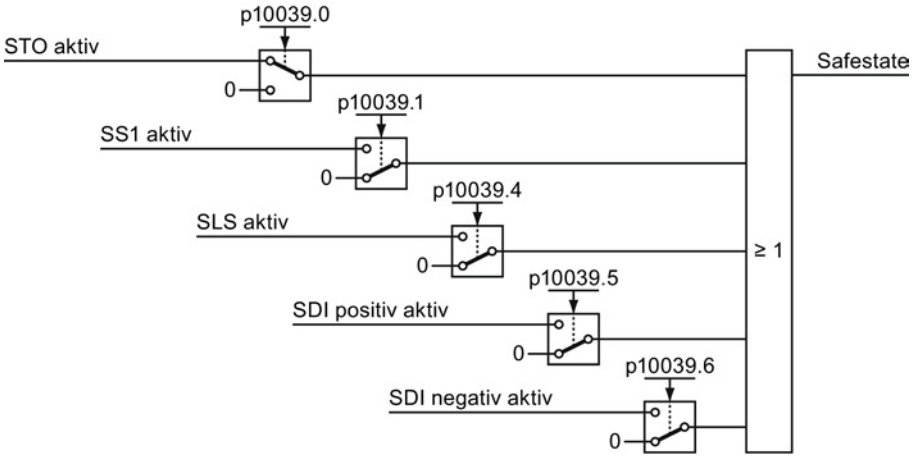


Bild 5-12 Das Signal Safetstate in der Werkseinstellung

Wenn Sie das Signal "Safestate" ändern wollen, müssen Sie die Parameter im STARTER über die Expertenliste setzen.

Der Umrichter verknüpft die Statussignale nach folgenden Regeln:

- Der Umrichter ignoriert Eingänge ohne Verschaltung.
- Wenn keiner der Eingänge verschaltet ist, dann ist das Ausgangssignal = 0.

4. Aktivieren Sie den Test des sicheren Ausgangs.
5. Wählen Sie den zu Ihrer Anwendung passenden Testmodus aus.
6. Stellen Sie die Wartezeit ein. Für die Einstellung gelten folgende Untergrenzen:
   - Die Wartezeit muss größer sein als die Reaktionszeit t_R des angeschlossenen Aktors.
   - Die Wartezeit muss größer oder gleich sein als 24 ms.
   - Die Wartezeit muss größer sein als die Zeit für das Eingangsfilter des Rückmelde-Eingangs (p10017).

     Siehe auch: Filter für sichere Eingänge einstellen (Seite 110).
7. Schließen Sie die Masken.

Sie haben festgelegt, welches Signal der Umrichter über seinen sicheren Ausgang überträgt, und wie der Umrichter seinen sicheren Ausgang testet.

Beschreibung: Testmodus des sicheren Ausgangs

Der Umrichter prüft über einen einstellbaren Testmodus, ob sich der sichere Ausgang abschalten lässt.

Der Testmodus richtet sich nach der Verschaltung des sicheren Ausgangs. Bei den Testmodi 2 und 3 müssen Sie die zur Anwendung passende Wartezeit einstellen.

Testmodus 2

Beim Testmodus 2 schaltet der Umrichter die beiden Ausgänge nacheinander ab und wertet die Rückmeldung über einen Digitaleingang aus.

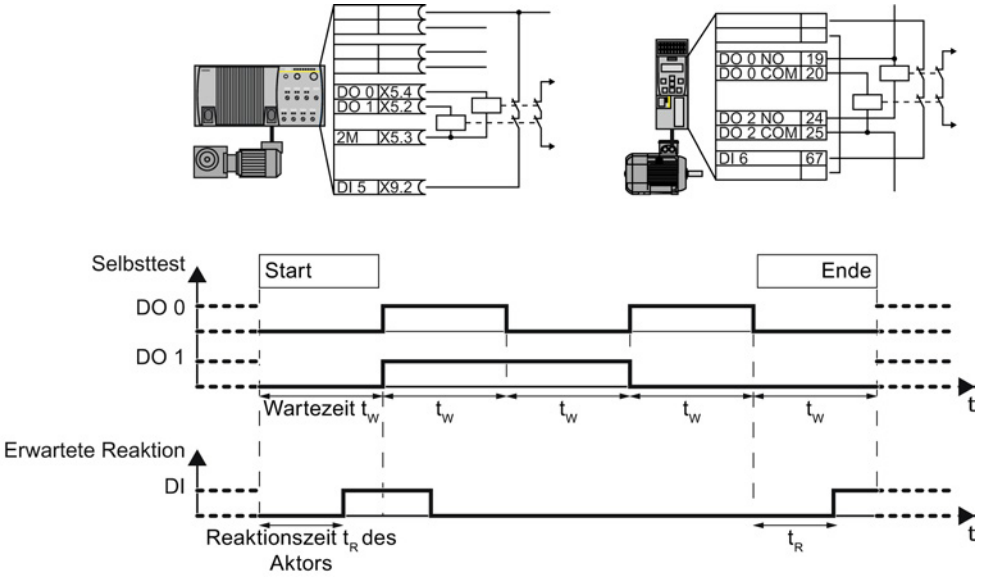


Bild 5-13 Erwartete Reaktion am Digitaleingang beim Testmodus 2

Testmodus 3

Beim Test des sicheren Ausgangs schaltet der Umrichter die beiden Ausgänge nacheinander ab und wertet die Rückmeldung über einen Digitaleingang aus.

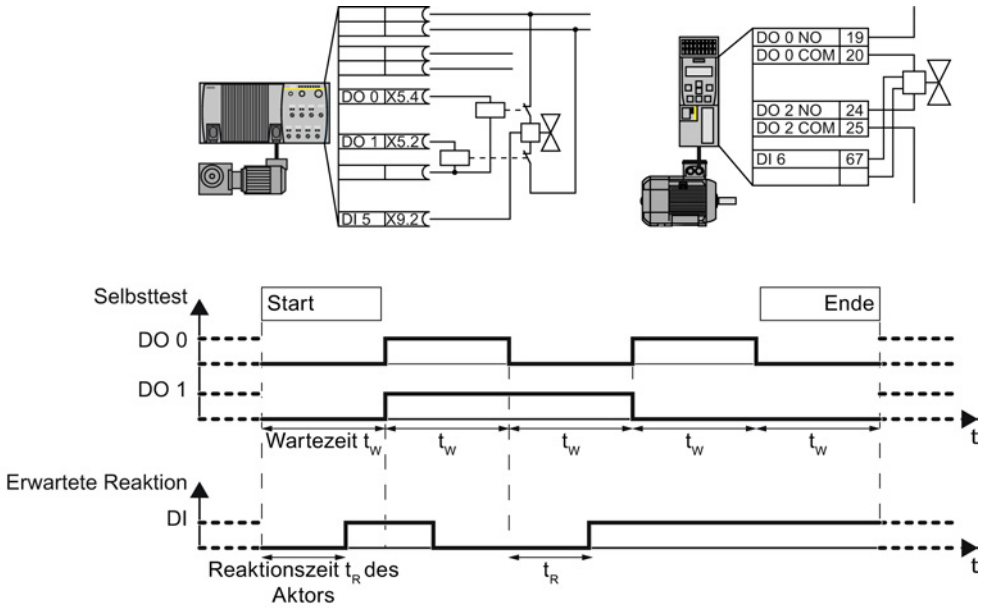


Bild 5-14 Erwartete Reaktion am Digitaleingang beim Testmodus 3

Testmodus 4

Beim Test des sicheren Ausgangs schaltet der Umrichter die beiden Ausgänge nacheinander ab.

Die Transistorausgänge des SINAMIC G120D überwacht der Umrichter über interne Signale.

Der sichere Eingang F-DI muss den sicheren Ausgang des Umrichters überwachen.

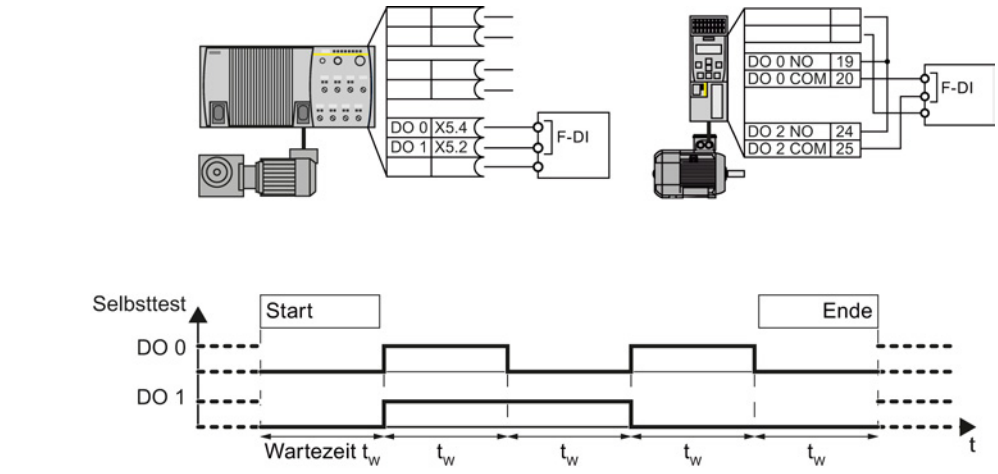


Bild 5-15 Testmodus 4

Parameter	Beschreibung
p10039	**Safe State Signalauswahl** (Werkseinstellung: 0000 0001 bin) Einstellung der Signale für das Signal "Safe State".
p10042[0…5]	**F-DO Signalquellen** (Werkseinstellung: 0) Einstellung der 6 Signalquellen für F-DO.
p10046	**F-DO Rückmeldeeingang Aktivierung** (Werkseinstellung: 0000 bin) Aktivierung des Rückleseeingangs für den sicheren Ausgang.
p10047	**F-DO Testmodus** (Werkseinstellung: 0100 bin) Einstellung des Testmodus für den sicheren Ausgang
p10001	**Wartezeit für Zwangsdynamisierung an DO** (Werkseinstellung: 500 ms) Innerhalb dieser Zeit muss bei einer Zwangsdynamisierung des Digitalausgangs das Signal über den entsprechenden Rückleseeingang (p10047) erkannt worden sein. Der Umrichter wartet immer mindestens 24 ms.

5.7.3.2 Zwangsdynamisierung (Teststopp) einstellen

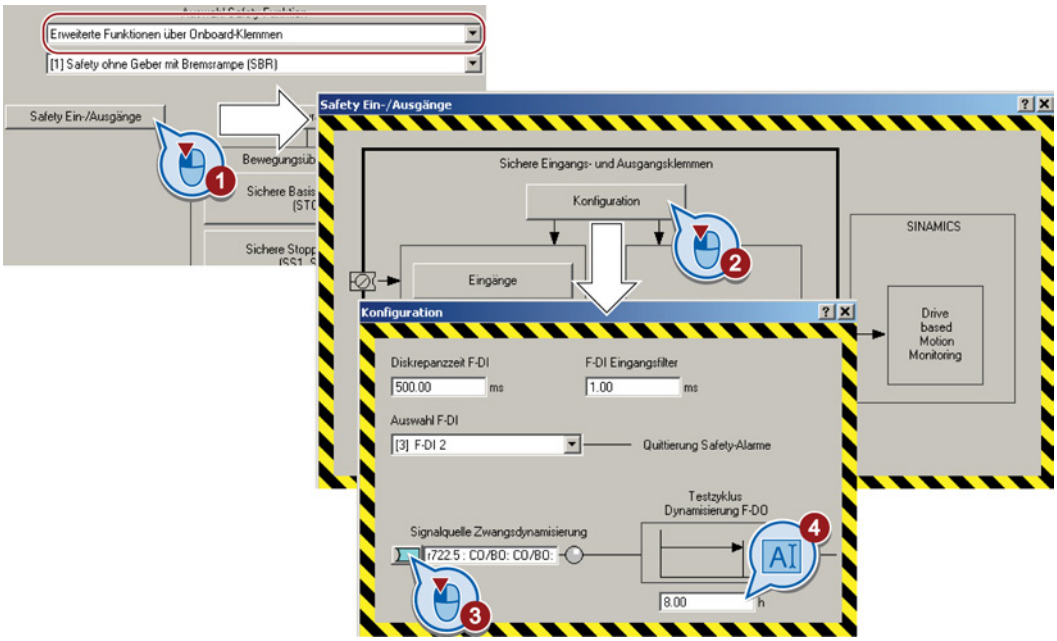
Voraussetzung

Sie haben die erweiterten Funktionen über Onboard-Klemmen gewählt.

Vorgehen

Um die Zwangsdynamisierung (Teststopp) des sicheren Ausgangs einzustellen, gehen Sie folgendermaßen vor:

1. Wählen Sie die Schaltfläche "Safety Ein-/Ausgänge".
2. Wählen Sie die Schaltfläche "Konfiguration".



3. Verschalten Sie dieses Signal z. B. mit einem Digitaleingang oder einem Steuerbit im Feldbus. Dieses Signal startet die Zwangsdynamisierung (Teststopp) des sicheren Ausgangs und setzt die Restzeit der Überwachung zurück auf den Wert ④.

   Wir empfehlen Ihnen, den sicheren Ausgang zusammen mit der Zwangsdynamisierung der Sicherheitsfunktionen zu testen. Verschalten Sie dazu die Signalquelle mit dem selben Signal wie die Zwangsdynamisierung der Sicherheitsfunktionen. Siehe auch Abschnitt: Zwangsdynamisierung (Teststopp) einstellen (Seite 102).

4. Stellen Sie die Überwachungszeit für die Zwangsdynamisierung ein.

   Die Zeit muss größer oder gleich der Zeit für die Überwachung Zwangsdynamisierung der erweiterten Funktionen sein. Siehe auch Abschnitt: Zwangsdynamisierung (Teststopp) einstellen (Seite 102).

5. Schließen Sie die beiden Masken.

Sie haben festgelegt, mit welchem Signal der Umrichter die Zwangsdynamisierung (Teststopp) seines sicheren Ausgangs startet.

Beschreibung: Zwangsdynamisierung des sicheren Ausgangs

Die Zwangsdynamisierung des sicheren Ausgangs ist der regelmäßige Selbsttest des Umrichters, bei dem der Umrichter prüft, ob sich der Ausgang abschalten lässt.

Der Umrichter überwacht die regelmäßige Zwangsdynamisierung des sicheren Ausgangs über einen Zeitbaustein.

Sie müssen die Zwangsdynamisierung mit einem Signal Ihrer Wahl starten.

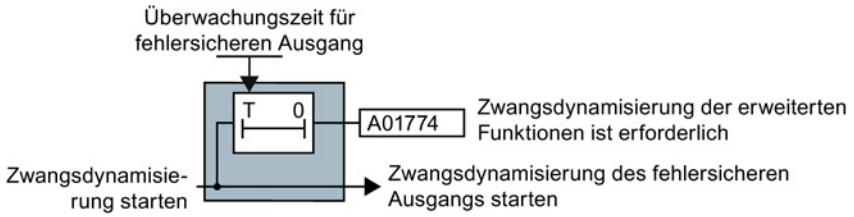


Bild 5-16 Start und Überwachung der Zwangsdynamisierung des sicheren Ausgangs

Parameter	Beschreibung
p10003	**Zwangsdynamisierung Timer** (Werkseinstellung: 8 h) Einstellung der Zeit zur Durchführung der Zwangsdynamisierung.
p10007	**Zwangsdynamisierung F-DO Signalquelle** (Werkseinstellung: 0) Auswahl einer Eingangsklemme für den Start der Zwangsdynamisierung.

5.7.4 PROFIsafe im Umrichter konfigurieren

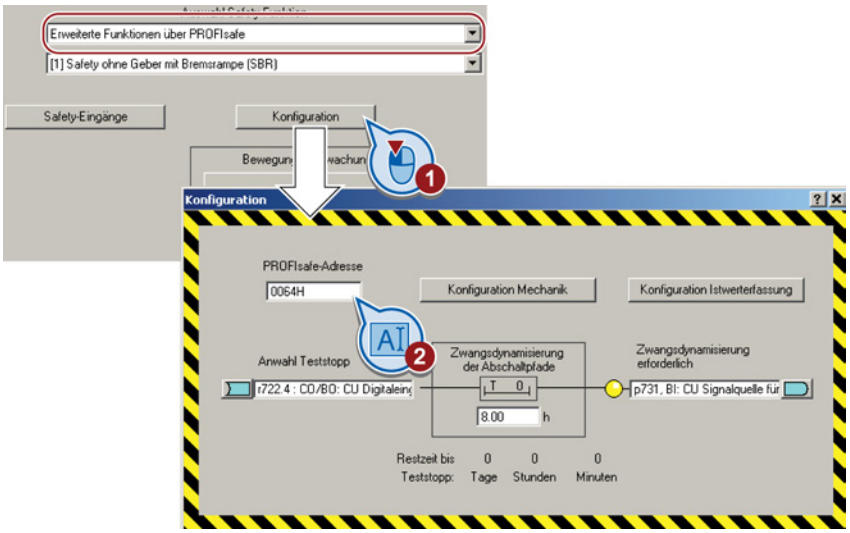
Voraussetzung

Sie haben als Schnittstelle PROFIsafe gewählt.

Vorgehen

Um dem Umrichter eine PROFIsafe-Adresse zuzuweisen, gehen Sie folgendermaßen vor:

1. Wählen Sie die Schaltfläche "Konfiguration".
2. Geben Sie die gleiche PROFIsafe-Adresse im Hexadezimal-Format ein, die Sie in der Hardware-Konfiguration festgelegt haben.
   Siehe auch Abschnitt: PROFIBUS-Kommunikation mit Telegramm 30 über GSD konfigurieren (Seite 76).



3. Schließen Sie die Maske.

Sie haben dem Umrichter seine PROFIsafe-Adresse zugewiesen.

Parameter	Beschreibung
p9610	**PROFIsafe-Adresse** (Werkseinstellung: 0000 hex)

PROFIsafe-Telegramm 30: Werkseinstellung

Das Telegramm 30 ist Werkseinstellung im Umrichter. Wenn Sie die Sicherheitsfunktionen mit Kommunikation über PROFIsafe freigeben, erwartet der Umrichter von der übergeordneten Steuerung das Telegramm 30.

PROFIsafe-Telegramm 900 einstellen

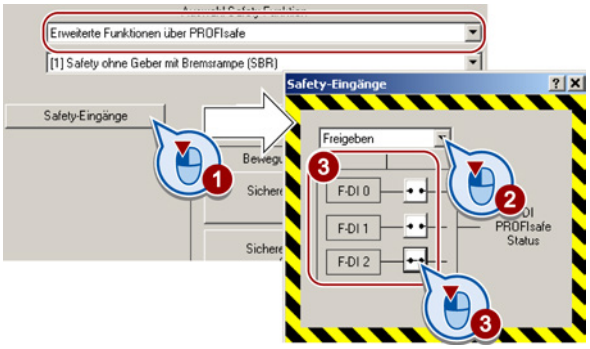
Voraussetzung

Sie haben die erweiterten Funktionen "über PROFIsafe" oder "über PROFIsafe und Onboard-Klemmen" gewählt.

Vorgehen

Um das PROFIsafe-Telegramm 900 einzustellen, gehen Sie folgendermaßen vor:

1. Wählen Sie die Schaltfläche "Safety-Eingänge".



2. Geben Sie das Telegramm 900 frei.

   Wenn Sie diese Funktion sperren, arbeitet der Umrichter mit dem Telegramm 30.

3. Stellen Sie ein, welchen F-DI-Status der Umrichter über das PROFIsafe-Zustandswort 5 überträgt.

   Hinweis

   Der Status der sicheren Eingänge wird unabhängig davon übertragen, ob Sie einen der sicheren Eingänge zur Ansteuerung einer fehlersicheren Funktion nutzen.

4. Schließen Sie die Maske.

Sie haben im Umrichter das PROFIsafe-Telegramm 900 eingestellt.

Siehe auch Abschnitt: Steuerwort 5 und Zustandswort 5 (Seite 48).

Parameter	Beschreibung	
p9501.30	**Freigabe F-DI in PROFIsafe Telegramm** (Werkseinstellung: 0 bin) 0-Signal: F-DI in PROFIsafe Telegramm ist gesperrt 1-Signal: F-DI in PROFIsafe Telegramm ist frei gegeben	
p10050	**PROFIsafe F-DI übertragen** (Werkseinstellung: 0000 bin)	
	Bit 0	0-Signal: Keine Übertragung 1-Signal: Das PROFIsafe-Zustandswort 5 überträgt den Status von F-DI 0
	Bit 1	0-Signal: Keine Übertragung 1-Signal: Das PROFIsafe-Zustandswort 5 überträgt den Status von F-DI 1
	Bit 2	0-Signal: Keine Übertragung 1-Signal: Das PROFIsafe-Zustandswort 5 überträgt den Status von F-DI 2

Shared Device freigeben

Wenn Sie die Sicherheitsfunktionen des Umrichters über PROFINET und "Shared Device" ansteuern, müssen Sie diese Funktion im Umrichter freigeben.

Siehe auch Abschnitt: Shared-Device-Kommunikation über PROFINETkonfigurieren (Seite 80).

Vorgehen

Um die Kommunikation über "Shared Device" im Umrichter freizugeben, gehen Sie folgendermaßen vor:

1. Wechseln Sie im STARTER zur Expertenliste.
2. Setzen Sie im STARTER p8929 = 2.

Sie haben die Kommunikation über "Shared Device" im Umrichter konfiguriert.

Start der Kommunikation über PROFIsafe

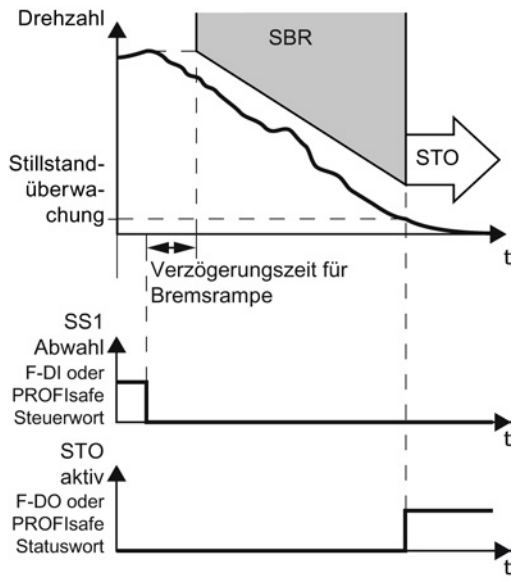
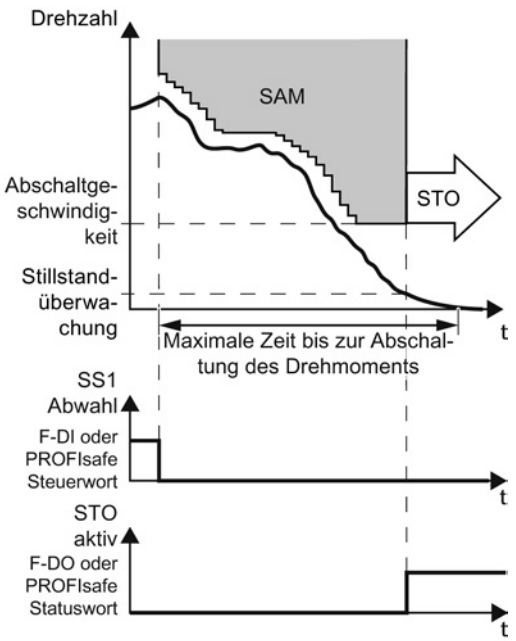
Wenn Sie den Umrichter zum ersten Mal über den Feldbus mit der übergeordneten Steuerung (F-CPU) verbinden, sendet die zentrale Steuerung die PROFIsafe-Konfigurationsdaten an den Umrichter. Nach dem Empfang der Konfigurationsdaten im Umrichter startet die PROFIsafe-Komunikation.

Der Umrichter überwacht die Kommunikation zur F-CPU erst nach dem Empfang der Konfigurationsdaten von der zentralen Steuerung.

5.7.5 SS1 einstellen

Überwachungsmodi

Sie haben die Wahl zwischen zwei unterschiedlichen Überwachungsmodi der Funktion SS1.

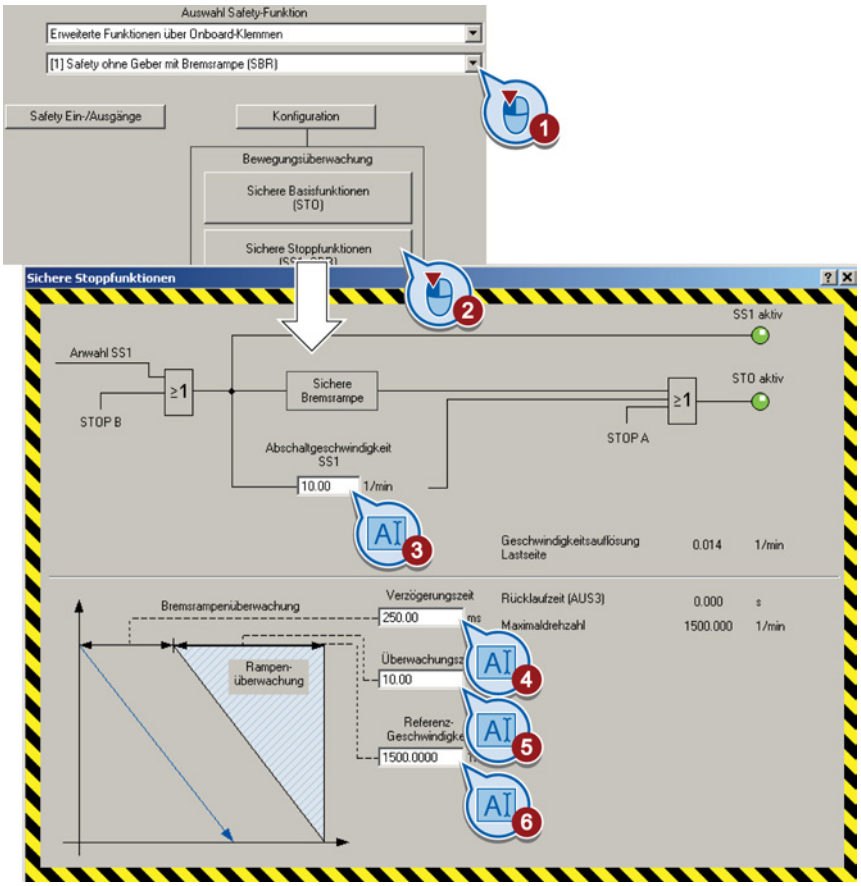
Bremsrampenüberwachung	Beschleunigungsüberwachung
	
• Der Umrichter überwacht mit der Funktion SBR (Safe Brake Ramp), ob die Drehzahl des Motors abnimmt. • Die Steilheit der Funktion SBR ist einstellbar. Die Funktion SBR startet erst nach der "Verzögerungszeit für Bremsrampe". Die Funktion SBR beginnt mit dem Drehzahlsollwert, der in dem Zeitpunkt aktuell war, als SS1 angewählt wurde. • Bei Unterschreiten der Stillstandsüberwachung schaltet der Umrichter das Drehmoment des Motors sicher ab (STO).	• Der Umrichter überwacht die Drehzahl des Motors mit der Funktion SAM (Safe Acceleration Monitor). • Der Umrichter verhindert eine Wiederbeschleunigung des Motors, indem er die Überwachung kontinuierlich der abnehmenden Drehzahl nachführt. • Der Umrichter reduziert die Überwachung so lange, bis sie die "Abschaltgeschwindigkeit" erreicht hat. • Der Umrichter schaltet das Drehmoment des Motors sicher ab (STO), wenn eine der folgenden Bedingungen erfüllt ist: – Der Umrichter erkennt den Stillstand des Motors. – Die maximale Zeit bis zur Abschaltung des Drehmoments ist abgelaufen.

5.7.5.1 SS1 mit Bremsrampenüberwachung einstellen

Vorgehen

Um die Funktion SS1 mit Bremsrampenüberwachung einzustellen, gehen Sie folgendermaßen vor:

1. Wählen Sie "[1] Safety ohne Geber mit Bremsrampe (SBR)".
2. Wählen Sie die Schaltfläche "Sichere Stoppfunktionen".



3. Stellen Sie Folgendes ein:
   - ③ Abschaltgeschwindigkeit SS1.
   - ④ Verzögerungszeit:
     Wenn die Rücklaufzeit (AUS3) in Ihrer Anwendung kleiner als 10 Sekunden ist, belassen Sie die Verzögerungszeit auf Werkseinstellung. Sollte SS1 beim Funktionstest in Störung gehen, vergrößern Sie diesen Wert so lange, bis der Motor ungestört bremst.
     Wenn die Rücklaufzeit (AUS3) im Bereich mehrerer Minuten liegt, müssen Sie die Verzögerungszeit auf einige Sekunden verlängern, um keine unerwünschten Störungen bei SS1-Anwahl zu erhalten.
   - ⑤ Überwachungszeit
     Die Überwachungszeit legt die Steigung der Überwachungskurve beim Bremsen der Last fest.
     Wenn die Überwachungskurve parallel zur Rücklauframpe der Last sein soll, müssen

Sie Folgendes einstellen: **Überwachungszeit = Rücklaufzeit (AUS3) / Getriebefaktor**.
Getriebefaktor = Last- / Motorumdrehungen.
Beispiel: Getriebefaktor = 1 / 3 ⇒ Überwachungszeit = Rücklaufzeit (AUS3) × 3.
Eine kleinere Überwachungszeit als der oben berechnete Wert ist nicht sinnvoll, da der Umrichter seine Überwachungskurve schneller reduziert als die Last bremsen kann.
Je größer Sie die Überwachungszeiten einstellen, desto toleranter ist die Überwachung.

– ⑥ Referenzgeschwindigkeit (Bezugsdrehzahl):
Stellen Sie die Referenzgeschwindigkeit auf den Wert der Maximaldrehzahl.

4. Schließen Sie die Maske.

Sie haben die Funktion SS1 mit Bremsrampenüberwachung eingestellt.

Beschreibung: SS1 mit Bremsrampenüberwachung

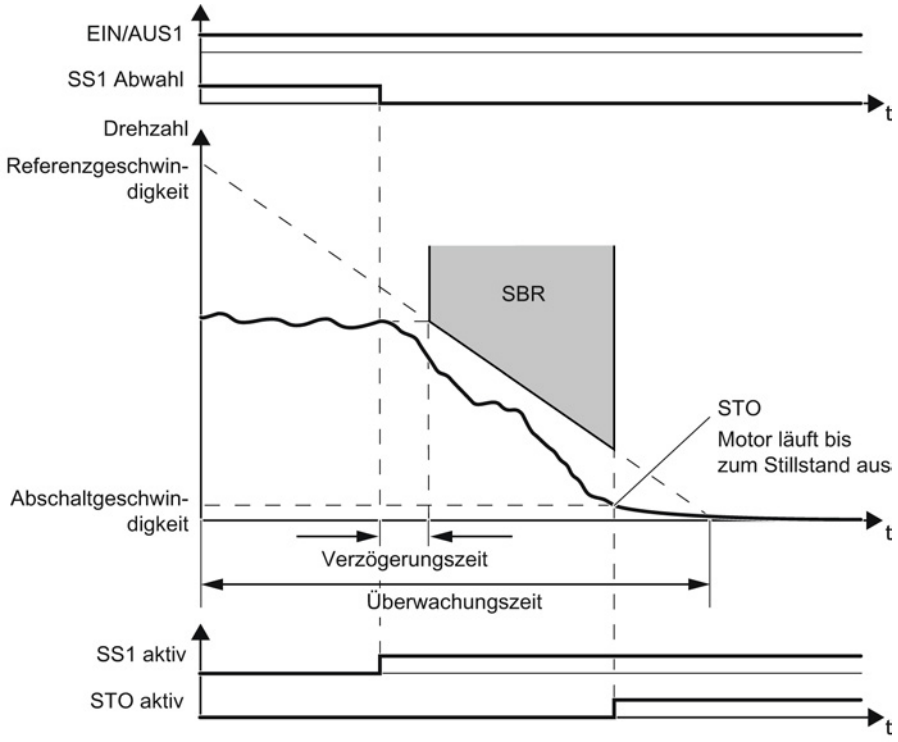


Bild 5-17 SS1 mit Bremsrampenüberwachung

Referenzgeschwindigkeit und Überwachungszeit

Die beiden Werte legen die Steigung der Überwachung SBR fest.

Verzögerungszeit

Die Funktion SBR startet erst nach einer einstellbaren Zeit. Die Überwachung beginnt mit dem Drehzahlsollwert, der in dem Zeitpunkt aktuell war, als SS1 angewählt wurde.

Bremsen

Der Umrichter bremst den Motor mit der AUS3-Rücklaufzeit.

Abschaltgeschwindigkeit

Der Umrichter schaltet das Drehmoment des Motors mit der Funktion STO sicher ab, wenn die Drehzahl den Wert der Abschaltgeschwindigkeit erreicht.

Parameter	Beschreibung		
p9501.00	**1-Signal:** Erweiterte Funktionen freigeben. **0-Signal:** Erweiterte Funktionen sperren.		
p9506	**Funktionsspezifikation:** (Werkseinstellung: 1)		
	1:	Mit Bremsrampenüberwachung	
	3:	Mit Beschleunigungsüberwachung	
p9546	**SSM Geschwindigkeitsgrenze** (Werkseinstellung: 20 1/min) Nur relevant für die Funktion SS1, wenn p9560 = 0.		
p9560	**Abschaltgeschwindigkeit** (Werkseinstellung: 10 1/min)		
p9581	**Referenzgeschwindigkeit** (Werkseinstellung: 1500 1/min)		
p9582	**Verzögerungszeit** (Werkseinstellung: 250 ms)		
p9583	**Überwachungszeit** (Werkseinstellung: 10 s)		
r9722.1	**1-Signal**: SS1 aktiv		
r9723.16	**1-Signal**: SAM/SBR aktiv		
p1135	**AUS3 Rücklaufzeit**		
p1226	**Stillstandserkennung Drehzahlschwelle** (Werkseinstellung: 20 1/min)		Der Umrichter schaltet das Drehmoment des Motors ab, wenn die Drehzahl entweder die Bedingung der Stillstandserkennung erfüllt oder die Abschaltdrehzahl p9569 erreicht.
p1227	**Stillstandserkennung Überwachungszeit** (Wert ist abhängig vom Leistungsteil)		

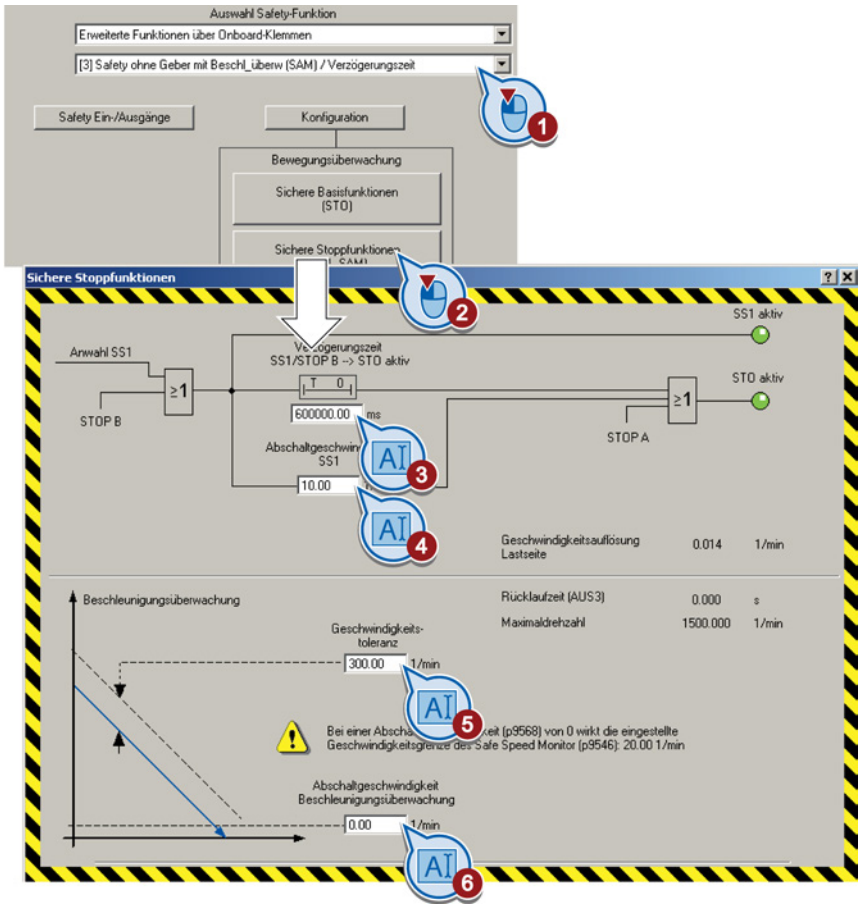
5.7.5.2 SS1 mit Beschleunigungsüberwachung einstellen

Vorgehen

1
2

Um die Funktion SS1 mit Beschleunigungsüberwachung einzustellen, gehen Sie folgendermaßen vor:

1. Wählen Sie "[3] Safety ohne Geber mit Beschl_überw (SAM) / Verzögerungszeit".
2. Wählen Sie die Schaltfläche "Sichere Stoppfunktionen".



3. Stellen Sie Folgendes ein:
   - ③ Verzögerungszeit
     Nach dieser Zeit schaltet der Umrichter das Drehmoment des Motors sicher ab - unabhängig von der aktuellen Drehzahl.
   - ④ Abschaltgeschwindigkeit SS1
   - ⑤ Geschwindigkeitstoleranz
   - ⑥ Abschaltgeschwindigkeit Beschleunigungsüberwachung
4. Schließen Sie die Maske.

Sie haben die Funktion SS1 mit Beschleunigungsüberwachung eingestellt.

Beschreibung: SS1 mit Beschleunigungsüberwachung

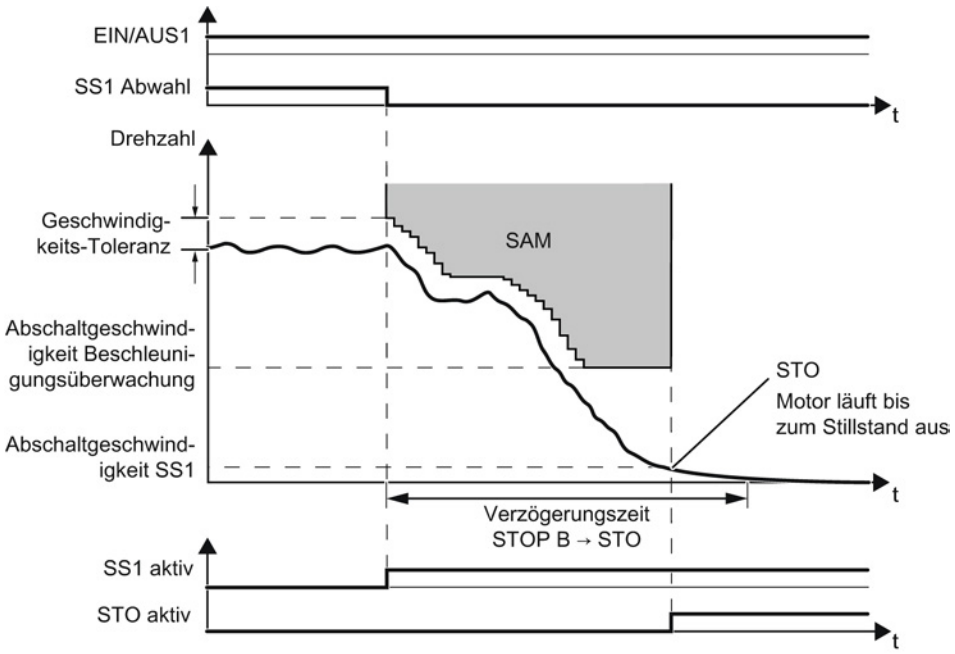


Bild 5-18 SS1 mit Beschleunigungsüberwachung

Geschwindigkeits-Toleranz

So lange die Drehzahl kleiner wird, addiert der Umrichter kontinuierlich die Toleranz zur aktuellen Drehzahl und führt so die Überwachung der Drehzahl nach.

Abschaltgeschwindigkeit Beschleunigungsüberwachung

Der Umrichter reduziert die Überwachung so lange, bis sie den Wert der "Abschaltgeschwindigkeit Beschleunigungsüberwachung" erreicht hat.

Abschaltgeschwindigkeit SS1 und Verzögerungszeit

Der Umrichter schaltet das Drehmoment des Motors mit der Funktion STO sicher ab, wenn eine der beiden Bedingungen erfüllt ist:

- die aktuelle Drehzahl erreicht den Wert der Abschaltgeschwindigkeit SS1.
- Die Verzögerungszeit ist abgelaufen

Parameter	Beschreibung	
p9501.00	**1-Signal:** Erweiterte Funktionen freigeben. **0-Signal:** Erweiterte Funktionen sperren.	
p9506	**Funktionsspezifikation:** (Werkseinstellung: 1)	
	3: Mit Beschleunigungsüberwachung	
p9548	**Geschwindigkeits-Toleranz** (Werkseinstellung: 300 1/min)	
p9556	**Verzögerungszeit STOP B → STO** (Werkseinstellung: 600000 ms)	
p9560	**Abschaltgeschwindigkeit SS1** (Werkseinstellung: 10 1/min)	
p9568	**Abschaltgeschwindigkeit Beschleunigungsüberwachung** (Werkseinstellung: 0 1/min)	
r9722.1	**1-Signal**: SS1 aktiv	
r9723.16	**1-Signal**: SAM/SBR aktiv	
p1226	**Stillstandserkennung Drehzahlschwelle** (Werkseinstellung: 20 1/min)	Der Umrichter schaltet das Drehmoment des Motors ab, wenn die Drehzahl entweder die Bedingung der Stillstandserkennung erfüllt oder die Abschaltdrehzahl p9569 erreicht.
p1227	**Stillstandserkennung Überwachungszeit** (Wert ist abhängig vom Leistungsteil)	

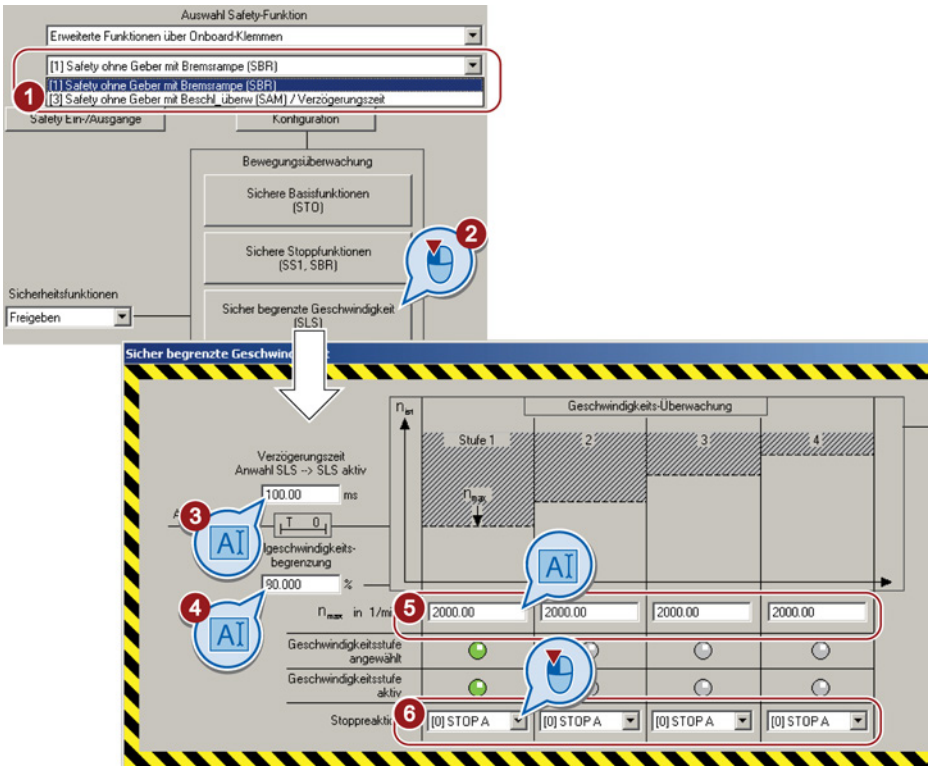
5.7.6 SLS einstellen

5.7.6.1 Überwachung einstellen

Vorgehen

Um die Funktion SLS einzustellen, gehen Sie folgendermaßen vor:

1. Wählen Sie in der Grundmaske der erweiterten Funktionen einen der beiden Überwachungsmodi:
   - [1] Safety ohne Geber mit Bremsrampe (SBR)
   - [3] Safety ohne Geber mit Beschl_überw (SAM) / Verzögerungszeit
2. Wählen Sie die Sicherheitsfunktion SLS.
3. Stellen Sie Folgendes ein:
   - ③ Die Verzögerungszeit erscheint nur dann, wenn Sie die Beschleunigungsüberwachung (SAM) gewählt haben.
     Die Verzögerungszeit muss größer sein als die Zeit, die der Motor bei Anwahl von SLS zum Bremsen mit maximaler Last von der Maximaldrehzahl bis zur kleinsten SLS-Stufe braucht.
   - ④ Sollgeschwindigkeitsbegrenzung in % der aktuell angewählten SLS-Stufe.
     Auf diesen Wert begrenzt der Umrichter die Drehzahl bei aktivem SLS.
   - ⑤ Geschwindigkeitsüberwachung.
     Stellen Sie die zu überwachende Lastdrehzahl ein.
     Wenn Sie kein PROFIsafe als Schnittstelle eingestellt haben, können Sie nur die Stufe 1 einstellen.
   - ⑥ Stellen Sie die Reaktion auf ein Ansprechen der Überwachung ein.
     Siehe auch Abschnitt: Stopp-Reaktionen (Seite 217).



4. Schließen Sie die Maske.

Sie haben die Funktion SLS eingestellt.

Beschreibung der Funktion SLS

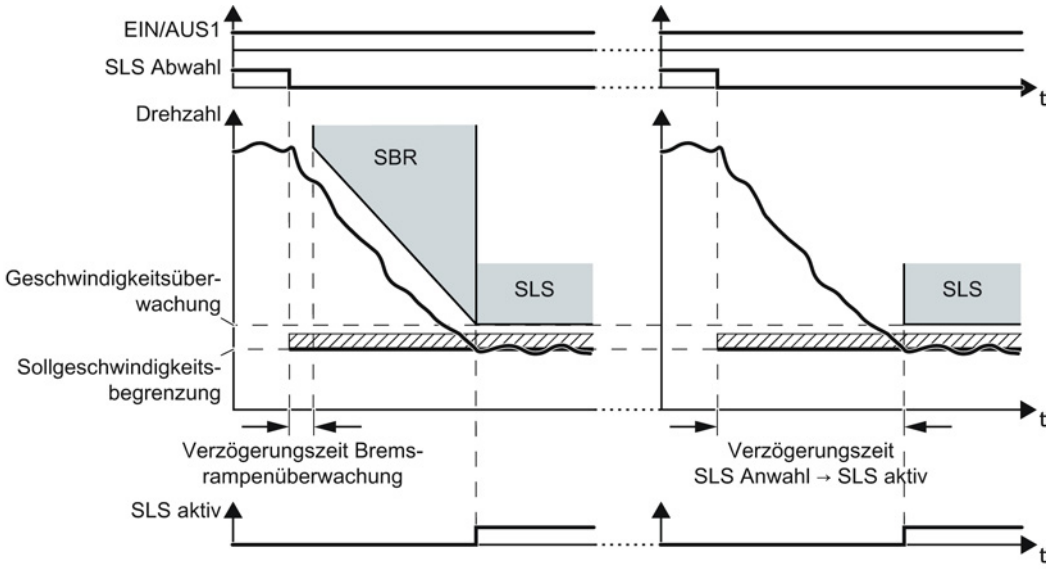


Bild 5-19 Verhalten nach Anwahl von SLS. Links: mit Bremsrampenüberwachung; rechts: ohne Bremsrampenüberwachung

Nach Anwahl von SLS bremst der Umrichter den Motor an der AUS3-Rücklaufzeit. Die Einstellung der Bremsrampenüberwachung ist beschrieben im Abschnitt. SS1 mit Bremsrampenüberwachung einstellen (Seite 126).

Parameter	Beschreibung	
p1135	**AUS3 Rücklaufzeit**	
p9501.00	**1-Signal:** SLS und erweiterte Funktionen freigeben. **0-Signal:** SLS und erweiterte Funktionen sperren.	
p9506	**Funktionsspezifikation:** (Werkseinstellung: 1)	
	1:	Mit Bremsrampenüberwachung
	3:	Ohne Bremsrampenüberwachung
p9531[0…3]	**Geschwindigkeitsüberwachung** (Werkseinstellung für alle Stufen: 2000 1/min)	
p9533	**Sollgeschwindigkeitsbegrenzung** (Werkseinstellung: 80 %) Der Umrichter begrenzt den Sollwert auf den Wert r9733. r9733[0] = p9531[x] × p9533.	
p9551	**Verzögerungszeit SLS Anwahl → SLS aktiv** (Werkseinstellung: 100 ms) Unwirksam bei Bremsrampen-Überwachung.	
p9563[0…3]	**SLS-spezifische Stopreaktion** (Werkseinstellung: STOP A)	
	0:	STOP A
	1:	STOP B
p9581	**Referenzgeschwindigkeit** (Werkseinstellung: 1500 1/min)	
p9582	**Verzögerungszeit** (Werkseinstellung: 250 ms)	
p9583	**Überwachungszeit** (Werkseinstellung: 10 s) Die Steilheit der Bremsrampe hängt von p9581 und p9583 ab.	
r9722.04	**1-Signal:** SLS aktiv **0-Signal:** SLS nicht aktiv	
p1135	**AUS3 Rücklaufzeit**	

5.7.6.2 Einstellungen für die Abnahme

Um bei der Abnahme die Überwachungsgrenze der Sicherheitsfunktion anfahren zu können, müssen Sie die Umrichter-interne Drehzahl-Begrenzung vorübergehend abschalten.

Der Starter bietet Ihnen die Möglichkeit, die Drehzahlbegrenzung vorübergehend zu deaktivieren.

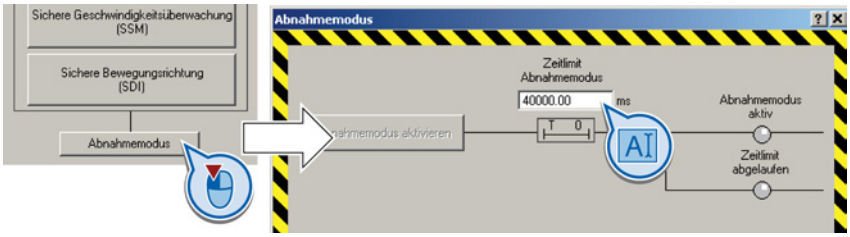
Vorgehen

1
2

Um die Abnahme vorzubereiten, gehen Sie folgendermaßen vor:

1. Wählen Sie in der Grundmaske der erweiterten Funktionen die Schaltfläche "Abnahmemodus".
2. Stellen Sie die Zeit ein, in welcher der Umrichter seine interne Drehzahl- Begrenzung abschaltet. In dieser Zeit müssen Sie während des Abnahmetests den überwachten Grenzwert anfahren.

   Nach Ablauf dieser Zeit beendet der Umrichter den Abnahmemodus und aktiviert seine interne Drehzahl- Begrenzung wieder.



3. Schließen Sie die Maske.

Sie haben die Abnahme der Funktion vorbereitet.

Parameter	
p9558	**Abnahmetestmodus Zeitlimit** (Werkseinstellung 40000 ms) Maximales Zeitlimit: 100 Sekunden.

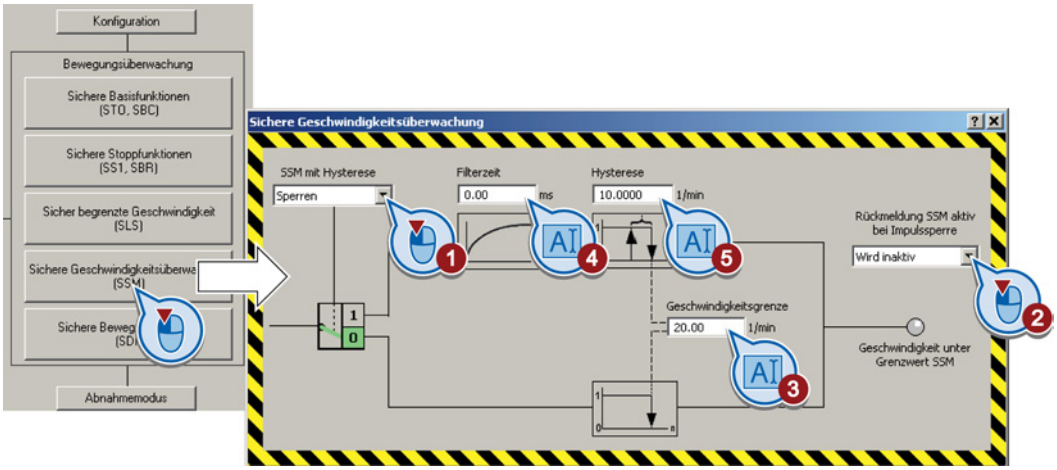
5.7.7 SSM einstellen

Vorgehen

1
2

Um die Funktion SSM einzustellen, gehen Sie folgendermaßen vor:

1. Wählen Sie in der Grundmaske der erweiterten Funktionen die Sicherheitsfunktion SSM.
2. Stellen Sie in dieser Maske Folgendes ein:
   - ① Mit oder ohne Hysterese.
   - ② Das Verhalten bei ausgeschaltetem Motor.
   - ③ Die zu überwachende Drehzahl.
   - Filterzeit ④ und Hysterese ⑤ müssen Sie nur einstellen, wenn Sie die Hysterese ① frei gegeben haben.



Sie haben die Funktion SSM eingestellt.

Die Funktion SSM ist nach Abschluss der Inbetriebnahme sofort aktiv.

Wenn Sie die Rückmeldung SSM bei Impulslöschung ② als "bleibt aktiv" eingestellt haben, müssen Sie beim Einschalten des Motors eine bestimmte Signal-Reihenfolge einhalten. Siehe auch Abschnitt Motor einschalten bei aktivem SSM (Seite 203).

Beschreibung: SSM ohne Hysterese

Überwachung der Drehzahl

- Wenn der Motor eingeschaltet ist, vergleicht der Umrichter die Lastdrehzahl mit der Geschwindigkeitsgrenze.

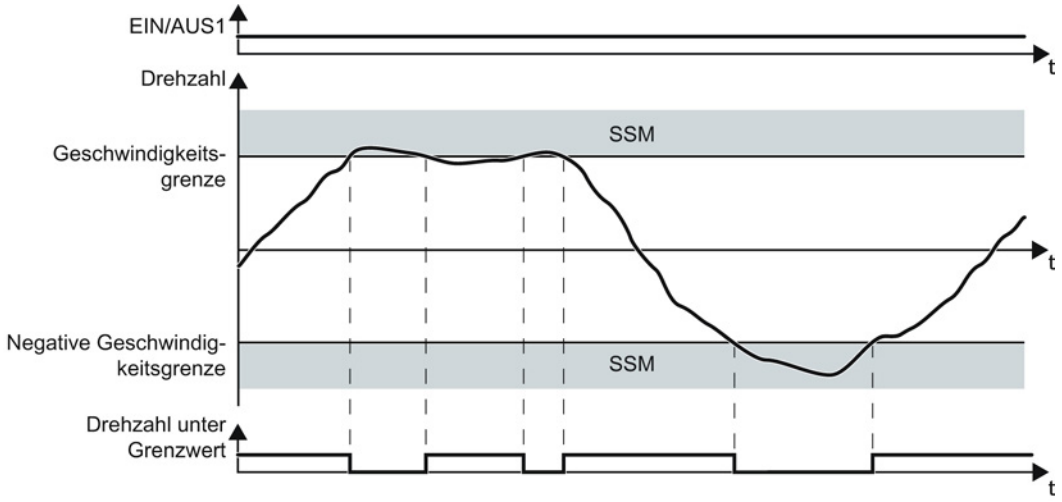


Bild 5-20 Zeitverhalten der Sicherheitsfunktion SSM ohne Hysterese

Parameter	Beschreibung
p9501.00	**1-Signal:** Erweiterte Funktionen freigeben. **0-Signal:** Erweiterte Funktionen sperren.
p9501.16	**1-Signal:** Hysterese und Filterung freigeben **0-Signal:** Hysterese und Filterung sperren
p9546	**Geschwindigkeitsgrenze** (Werkseinstellung: 20 1/min)
r9722.15	**1-Signal**: Betrag der Drehzahl ist kleiner als Geschwindigkeitsgrenze

Beschreibung: SSM mit Hysterese

Wenn Sie Drehzahlen in unmittelbarer Nähe der Geschwindigkeitsgrenze überwachen wollen, kann es vorteilhaft sein, die Hysterese einzustellen.

Überwachung der Drehzahl

- Wenn der Motor eingeschaltet ist, vergleicht der Umrichter die Lastdrehzahl mit der Geschwindigkeitsgrenze unter Berücksichtigung der Hysterese.

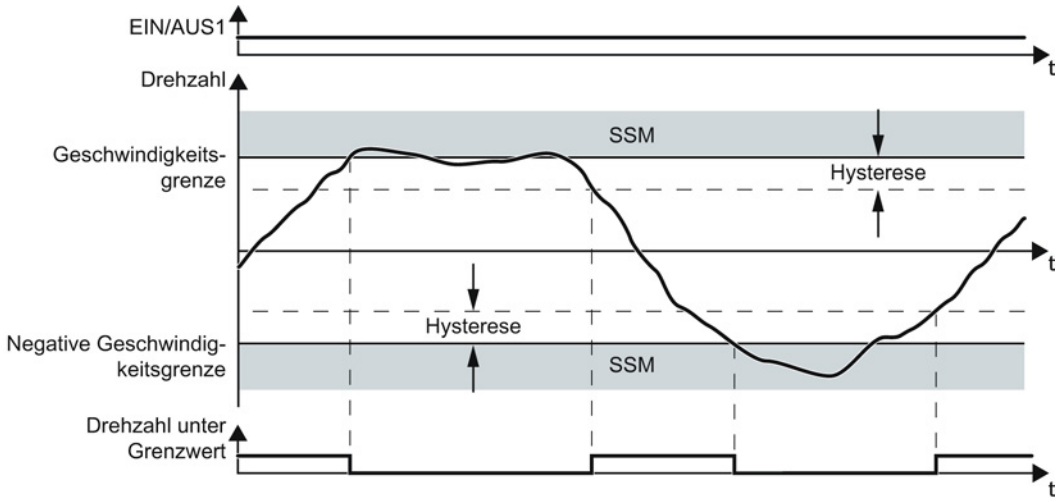


Bild 5-21 Zeitverhalten der Sicherheitsfunktion SSM mit Hysterese

Filter

Das Signalfilter glättet die vom Umrichter gemessene Drehzahl. Nutzen Sie das Filter, wenn Sie Drehzahlen überwachen wollen, die knapp unterhalb der Geschwindigkeitsgrenze liegen.

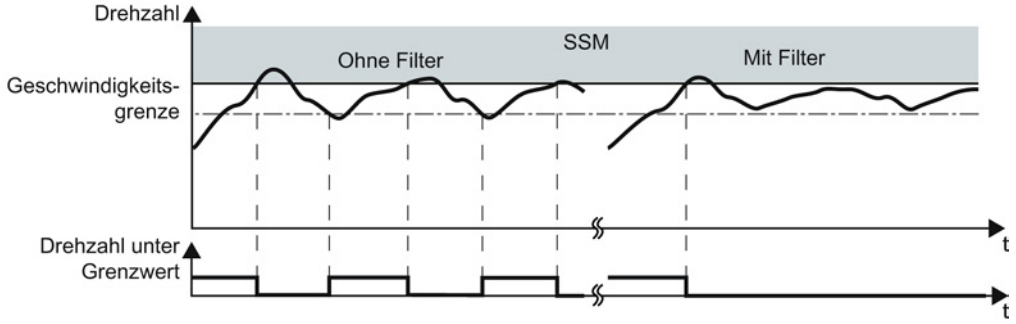


Bild 5-22 Wirkungsweise des Filters der Funktion SSM

Parameter	Beschreibung
p9501.00	**1-Signal:** Erweiterte Funktionen freigeben. **0-Signal:** Erweiterte Funktionen sperren.
p9501.16	**1-Signal:** Hysterese und Filterung freigeben **0-Signal:** Hysterese und Filterung sperren
p9545	**Filterzeit** (Werkseinstellung: 0 ms)
p9546	**Geschwindigkeitsgrenze** (Werkseinstellung: 20 1/min)
p9547	**Hysterese** (Werkseinstellung: 10 1/min)
r9722.15	**1-Signal**: Betrag der Drehzahl ist kleiner als Geschwindigkeitsgrenze

Rückmeldung SSM bei ausgeschaltetem Motor

Sie können wählen, ob die Funktion SSM bei ausgeschaltetem Motor aktiv bleiben soll.

Wenn SSM aktiv bleibt, passiert Folgendes:

- Der Umrichter friert bei ausgeschaltetem Motor das Signal "Drehzahl unter Grenzwert" ein.
- Bei ausgeschaltetem Motor ist STO aktiv.

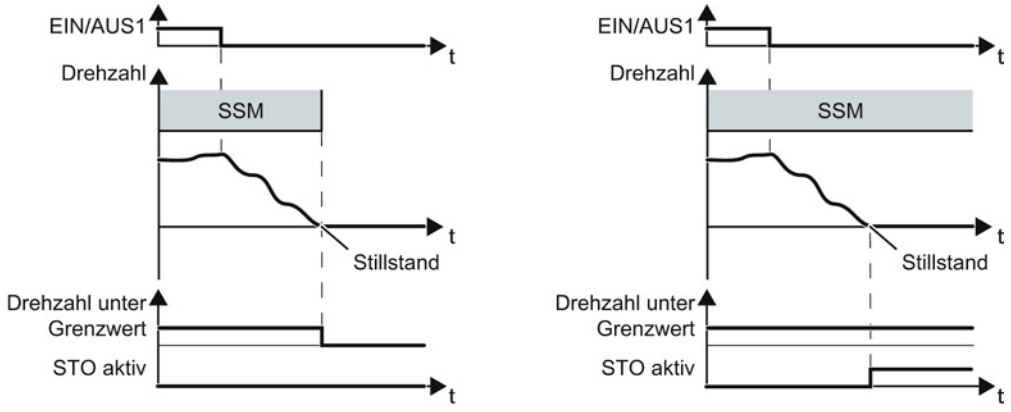


Bild 5-23 Rückmeldung SSM ausgeschaltetem Motor.
Links: SSM wird inaktiv. Rechts: SSM bleibt aktiv

Siehe auch Abschnitt: Motor ausschalten bei aktivem SSM (Seite 198).

Parameter	Beschreibung
p9509.00	**1-Signal:** SSM wird inaktiv bei ausgeschaltetem Motor **0-Signal:** SSM bleibt aktiv bei ausgeschaltetem Motor

5.7.8 SDI einstellen

5.7.8.1 Überwachung einstellen

Vorgehen

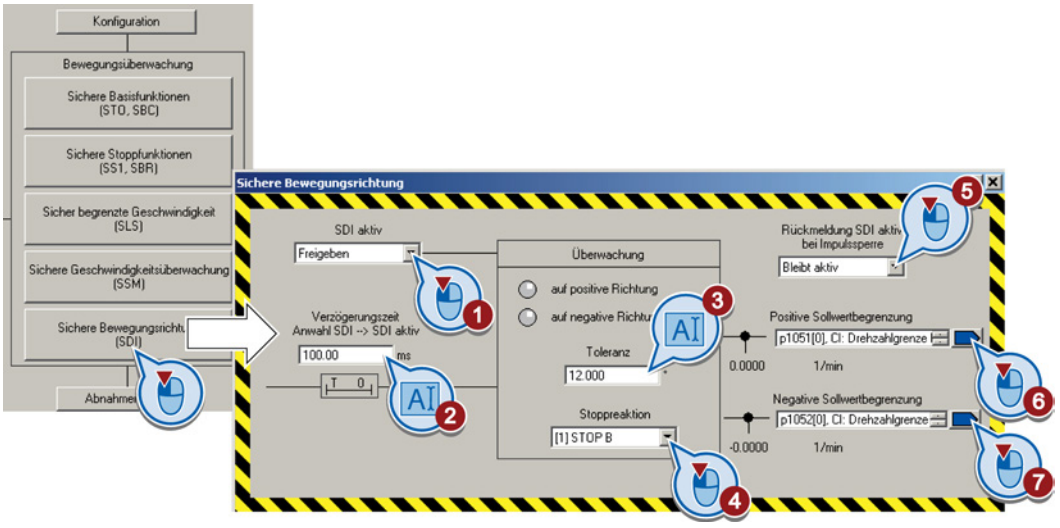
1
2

Um die Funktion SDI einzustellen, gehen Sie folgendermaßen vor:

1. Wählen Sie die Sicherheitsfunktion SDI.
2. Stellen Sie in dieser Maske Folgendes ein:
   - ① Geben Sie die Funktion frei.
   - ② Die Verzögerungszeit bis zur aktiven Überwachung.
   - ③ Die Toleranz für Bewegungen in die überwachte Richtung.
   - ④ Die Reaktion beim Ansprechen der Überwachung.

     Siehe auch Abschnitt: Stopp-Reaktionen (Seite 217)
   - ⑤ Das Verhalten bei ausgeschaltetem Motor.

     Siehe auch Abschnitt: Motor ausschalten bei aktivem SDI (Seite 207)
   - ⑥ ⑦ Wenn Sie diese Signal-Verschaltung auf Werkseinstellung belassen, begrenzt der Umrichter bei angewähltem SDI die Drehzahl.



Sie haben die Funktion SDI eingestellt.

Beschreibung der Funktion SDI

Zeitverhalten

Wenn Sie SDI anwählen, begrenzt der Umrichter den Drehzahl- oder Geschwindigkeitssollwert in der nicht erlaubten Drehrichtung auf den Wert 0.

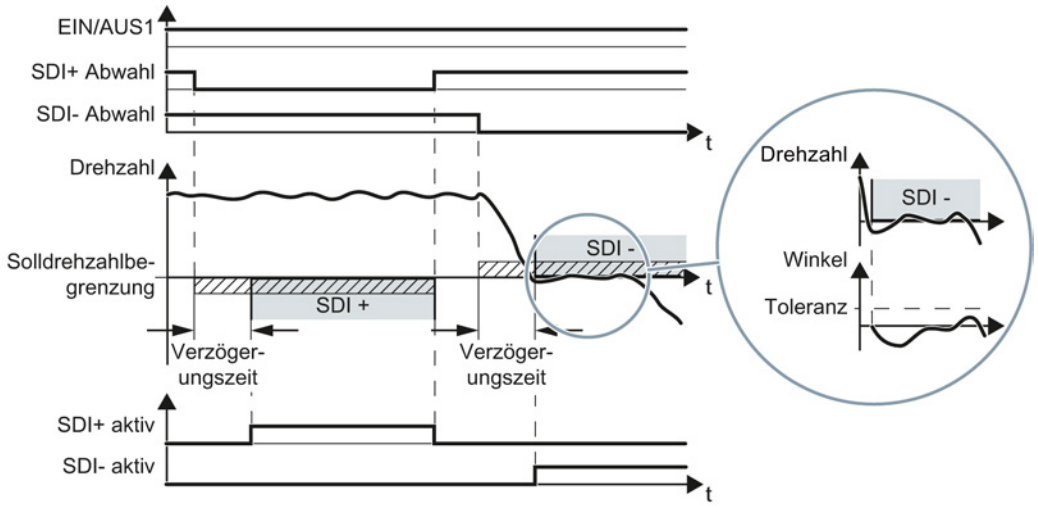


Bild 5-24 Verzögerungszeit und Toleranz

Verzögerungszeit

Der Umrichter überwacht nach Ablauf der Verzögerungszeit die gewählte Drehrichtung des Motors. Die Verzögerungszeit muss größer sein als die Zeit, die der Motor bei Anwahl von SDI zum Bremsen mit maximaler Last von der Maximaldrehzahl bis zum Stillstand braucht. Der Umrichter bremst den Motor mit der AUS3-Rücklaufzeit.

Toleranz

Der Umrichter lässt kurzzeitige Bewegungen in die überwachte Richtung zu, z. B. beim kurzzeitigen Überschwingen der Drehzahl nach dem Bremsen zum Stillstand. Der Umrichter rechnet dafür die Drehzahl des Motors in einen Winkel um. Mit der Toleranz begrenzen Sie den maximal zulässigen Winkel in die überwachte Richtung.

Rückmeldung SDI bei ausgeschaltetem Motor

Sie können wählen, ob die Funktion SDI bei ausgeschaltetem Motor aktiv bleiben soll.

- Der Umrichter friert bei ausgeschaltetem Motor das Signal "SDI aktiv" ein.
- Bei ausgeschaltetem Motor ist STO aktiv.

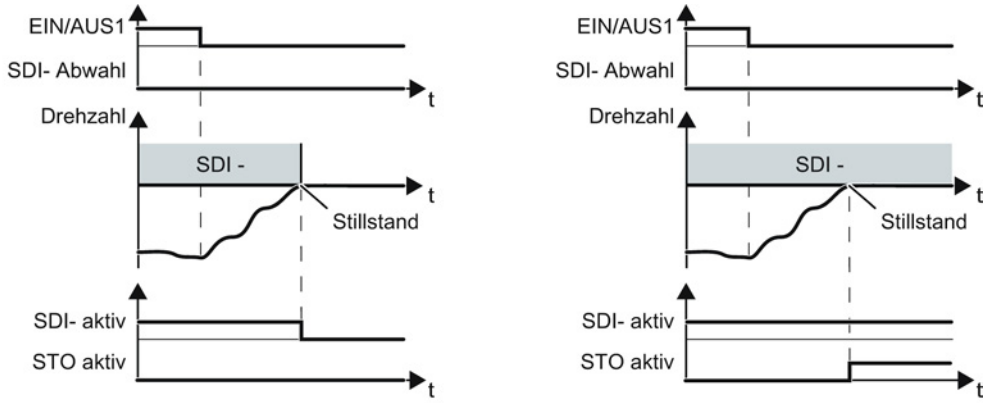


Bild 5-25 Rückmeldung SDI bei ausgeschaltetem Motor.
Links: SDI wird inaktiv. Rechts: SDI bleibt aktiv

Siehe auch Abschnitt: Motor ausschalten bei aktivem SDI (Seite 207).

Parameter	Beschreibung
p9501.00	**1-Signal:** Erweiterte Funktionen freigeben. **0-Signal:** Erweiterte Funktionen sperren.
p9501.17	**1-Signal:** SDI freigeben **0-Signal:** SDI sperren
p9509.08	**1-Signal:** SDI wird inaktiv bei ausgeschaltetem Motor **0-Signal:** SDI bleibt aktiv bei ausgeschaltetem Motor
p9564	**Toleranz** (Werkseinstellung: 12 Grad)
p9565	**Verzögerungszeit** (Werkseinstellung: 100 ms)
p9566	**Stoppreaktion** (Werkseinstellung: 1)
	0: STOP A
	1: STOP B
r9722.12	**1-Signal:** SDI positiv aktiv
r9722.13	**1-Signal:** SDI negativ aktiv
p1135	**AUS3 Rücklaufzeit**

5.7.8.2 Einstellungen für die Abnahme

Um bei der Abnahme die Überwachungsgrenze der Sicherheitsfunktion anfahren zu können, müssen Sie die Umrichter-interne Drehzahl-Begrenzung vorübergehend abschalten.

Der Starter bietet Ihnen die Möglichkeit, die Drehzahlbegrenzung vorübergehend zu deaktivieren.

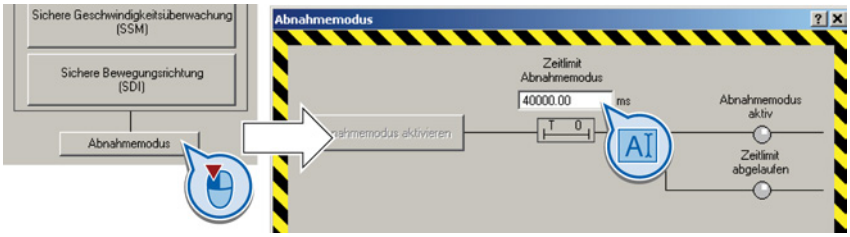
Vorgehen

1
2

Um die Abnahme vorzubereiten, gehen Sie folgendermaßen vor:

1. Wählen Sie in der Grundmaske der erweiterten Funktionen die Schaltfläche "Abnahmemodus".
2. Stellen Sie die Zeit ein, in welcher der Umrichter seine interne Drehzahl- Begrenzung abschaltet. In dieser Zeit müssen Sie während des Abnahmetests den überwachten Grenzwert anfahren.

   Nach Ablauf dieser Zeit beendet der Umrichter den Abnahmemodus und aktiviert seine interne Drehzahl- Begrenzung wieder.



3. Schließen Sie die Maske.

Sie haben die Abnahme der Funktion vorbereitet.

Parameter	
p9558	**Abnahmetestmodus Zeitlimit** (Werkseinstellung 40000 ms) Maximales Zeitlimit: 100 Sekunden.

5.7.9 Abschließende Schritte

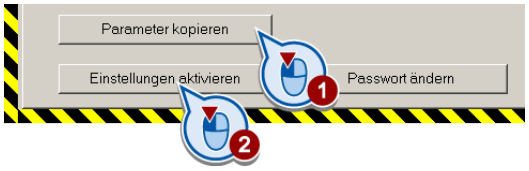
Einstellungen aktivieren

Vorgehen

1
2

Um die Einstellungen der Sicherheitsfunktionen zu aktivieren, gehen Sie folgendermaßen vor:

1. Wählen Sie die Schaltfläche "Parameter kopieren", um ein redundantes Abbild Ihrer Einstellungen im Umrichter zu erzeugen.



2. Wählen Sie die Schaltfläche "Einstellungen aktivieren".
3. Wenn das Passwort in Werkseinstellung ist, folgt die Aufforderung, das Passwort zu ändern.
   Wenn Sie ein unzulässiges Passwort vorgeben, bleibt das alte Passwort erhalten.
4. Bestätigen Sie die Abfrage zur Sicherung Ihrer Einstellungen (RAM nach ROM kopieren).
5. Schalten Sie die Versorgungsspannung des Umrichters aus.
6. Warten Sie, bis alle LED auf dem Umrichter spannungslos sind.
7. Schalten Sie die Versorgungsspannung des Umrichters wieder ein.

Ihre Einstellungen sind jetzt aktiv.

Parameter	Beschreibung
p9700 = 57 hex	**SI Kopierfunktion** (Werkseinstellung: 0) Kopierfunktion SI-Parameter starten.
p9701 = AC hex	**Datenänderung bestätigen** (Werkseinstellung: 0) Datenänderung gesamt bestätigen.
p0010 = 0	**Antrieb Inbetriebnahme Parameterfilter** 0: Bereit
p0971 = 1	**Parameter speichern** 1: Antriebsobjekt speichern (RAM nach ROM kopieren) Nachdem der Umrichter die Parameter netzausfallsicher gesichert hat, wird p0971 = 0.

Verschaltung der Digitaleingänge kontrollieren

Die gleichzeitige Verschaltung von Digitaleingängen mit einer Sicherheitsfunktion und einer "Standard"-Funktion kann zu unerwartetem Verhalten des Antriebs führen.

Wenn Sie Sicherheitsfunktionen im Umrichter über Digitaleingänge ansteuern, müssen Sie prüfen, ob diese Digitaleingänge mit einer "Standard"-Funktion verschaltet sind.

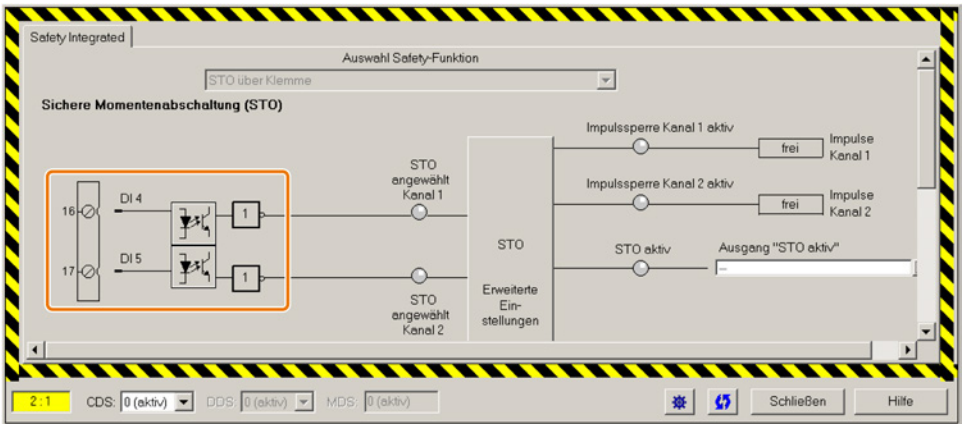


Bild 5-26 Beispiel: Belegung der Digitaleingänge DI 4 und DI 5 mit STO

Vorgehen

1
2

Um zu verhindern, dass die sicheren Eingänge der Sicherheitsfunktionen unbeabsichtigt "Standard"-Funktionen im Umrichter ansteuern, gehen Sie folgendermaßen vor:

1. Wählen Sie im STARTER im Projektnavigator die Ein-/Ausgänge.
2. Wählen Sie die Maske für die Digitaleingänge.
3. Entfernen Sie alle Verschaltungen der Digitaleingänge, die Sie als sicheren Eingang F-DI nutzen:
4. Wenn Sie die Datensatzumschaltung CDS nutzen, müssen Sie die Verschaltungen der Digitaleingänge für alle CDS löschen.

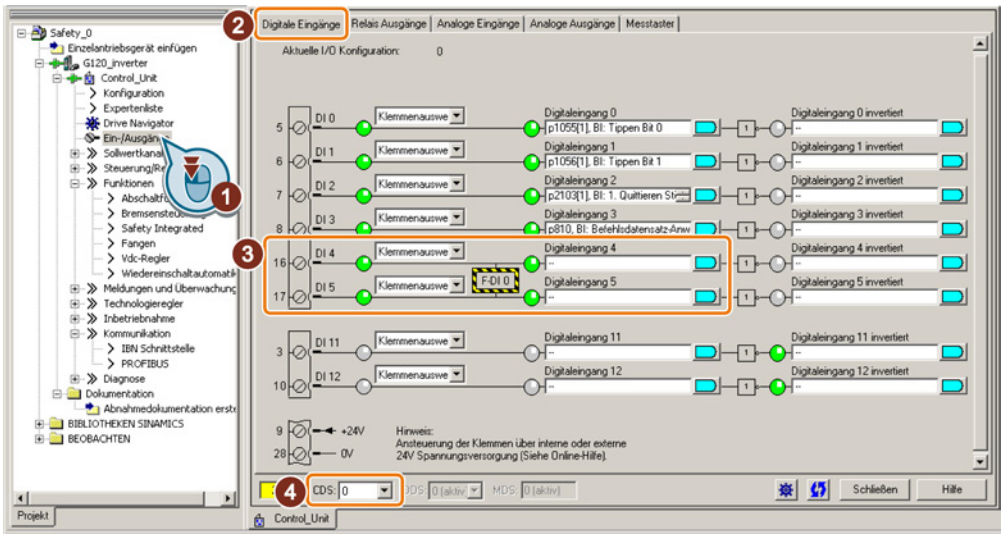


Bild 5-27 Verschaltungen der Digitaleingänge DI 4 und DI 5 entfernen

Sie haben verhindert, dass die sicheren Eingänge der Sicherheitsfunktionen "Standard"-Funktionen im Umrichter ansteuern.

Verschaltung des Rückmeldeeingangs für den sicheren Ausgang kontrollieren

Die Verschaltung des Rückmeldeeingangs mit einer "Standard"-Funktion kann zu unerwartetem Verhalten des Antriebs führen.

Voraussetzungen

- Sie nutzen den sicheren Ausgang des Umrichters.
- Sie verwenden eine nutzen einen der Testmodi 2 oder 3, bei dem der Umrichter den Status des angeschlossenen Aktors über einen Digitaleingang auswertet.

Sie müssen prüfen, ob dieser Digitaleingang mit einer "Standard"-Funktion belegt ist.

Vorgehen

1
2

Um zu verhindern, dass der Rückmeldeeingang des sicheren Ausgangs unbeabsichtigt "Standard"-Funktionen im Umrichter ansteuert, gehen Sie folgendermaßen vor:

1. Wählen Sie im Projektnavigator des STARTERS die Ein- /Ausgänge.
2. Wählen Sie die Maske für die Digitaleingänge.
3. Entfernen Sie die Verschaltung des Digitaleingangs, den Sie als Rückmeldeeingang für den sicheren Ausgang nutzen:
   - SINAMICS G120 mit Control Unit CU250S-2: Digitaleingang DI 6 (siehe Abbildung).
   - SINAMICS G120D: Digitaleingang DI 5.
4. Wenn Sie die Datensatzumschaltung CDS nutzen, entfernen Sie die Verschaltung des Rückmeldeeingangs für alle CDS.

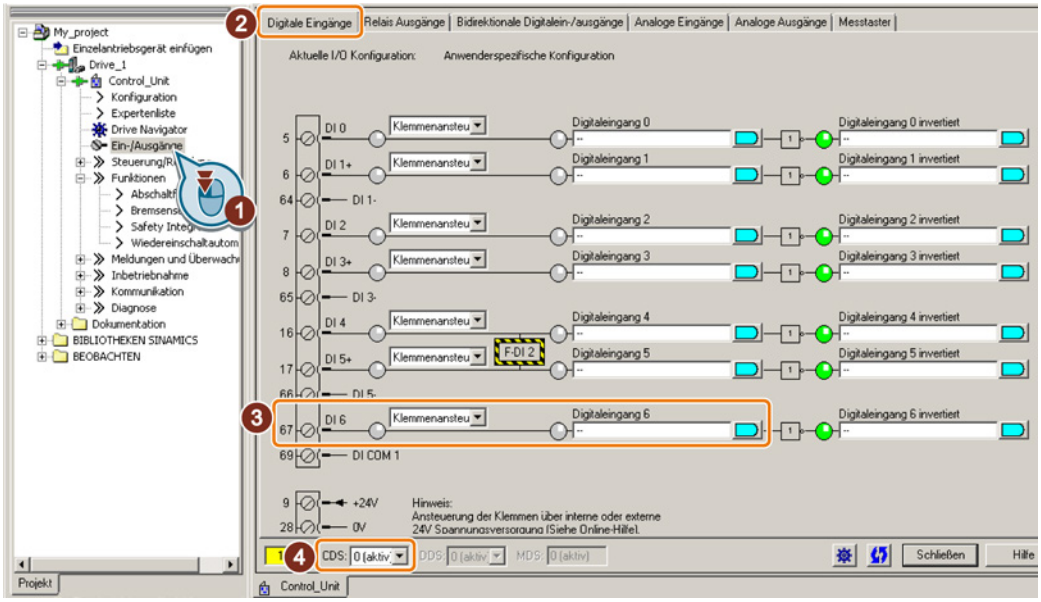


Bild 5-28 Verschaltung des Rückmeldeeingangs DI 6 bei der CU250S-2 entfernen

Sie haben verhindert, dass der Rückmeldeeingang des sicheren Ausgangs "Standard"-Funktionen im Umrichter ansteuert.

5.8 Offline inbetriebnehmen

Wenn Sie die Parameter der Sicherheitsfunktionen offline einstellen, müssen Sie diese anschließend per Download in den Umrichter übertragen. Nach dem Download müssen Sie die Inbetriebnahme der Sicherheitsfunktionen online abschließen.

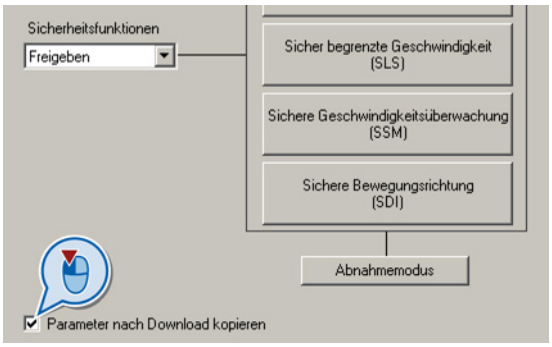
Je nachdem, ob Sie mit dem STARTER online oder offline arbeiten, sind die Masken der Sicherheitsfunktionen leicht unterschiedlich. Um die Parameter vollständig und passend zu Ihrer Anwendung einzustellen, sollten Sie sich auch bei der Offline-Parametrierung an den Beschreibungen in diesem Handbuch orientieren.

Sicherheitsfunktionen offline einstellen

Vorgehen

Um die Sicherheitsfunktionen offline einzustellen, gehen Sie folgendermaßen vor:

1. Wählen Sie die Sicherheitsfunktionen im STARTER.
2. Setzen Sie den Haken "Parameter nach Download kopieren":



3. Stellen Sie die Parameter der Sicherheitsfunktionen offline ein.
   Orientieren Sie sich dabei an der Beschreibungen der Online-Inbetriebnahme, siehe auch Abschnitt: Einstellungen ändern (Seite 84).
4. Sichern Sie nach Abschluss aller Parametereinstellungen Ihr Projekt mit der Schaltfläche .

Sie haben die Sicherheitsfunktionen des Umrichters offline eingestellt und auf Ihrem PC oder PG gesichert.

Als nächstes müssen Sie die Einstellungen von Ihrem PC oder PG in den Umrichter übertragen.

Einstellungen mit dem STARTER in einen Umrichter laden

Vorgehen

Um die Einstellungen in den Umrichter zu laden, gehen Sie folgendermaßen vor:

1. Gehen Sie mit dem STARTER online und starten Sie den Download in den Umrichter mit der Schaltfläche .
   Nach dem Download meldet der Umrichter Störungen. Ignorieren Sie diese Störungen, da sie durch die folgenden Schritte automatisch quittiert werden.
2. Wählen Sie die Maske der Sicherheitsfunktionen.
3. Wählen Sie die Schaltfläche zum Ändern der Einstellungen.
4. Aktivieren Sie die Einstellungen über die zugehörige Schaltfläche.
5. Sichern Sie Ihre Einstellungen (RAM nach ROM kopieren).
6. Schalten Sie die Versorgungsspannung des Umrichters aus.
7. Warten Sie, bis alle LED auf dem Umrichter dunkel sind.
8. Schalten Sie die Versorgungsspannung des Umrichters wieder ein.

Der Umrichter hat jetzt Ihre Einstellungen übernommen.

5.9 Serieninbetriebnahme

Die Serieninbetriebnahme ist der Vorgang, mit dem Sie die Einstellungen eines Umrichters auf einen zweiten Umrichter übertragen.

Vorgehen

Um Einstellungen eines Umrichters auf einen zweiten Umrichter zu übertragen, gehen Sie folgendermaßen vor:

1. Sichern Sie Ihr Projekt mit dem STARTER auf Ihrem PC oder PG.
2. Laden Sie Ihre gesicherten Einstellungen auf einen zweiten Umrichter:

   Folgen Sie dem Vorgehen im Abschnitt: Offline inbetriebnehmen (Seite 147).
3. Wenn Sie Ihren Umrichter über PROFIsafe ansteuern, passen Sie die PROFIsafe-Adresse an.

   Weitere Informationen finden Sie in den folgenden Abschnitten:

   – Basisfunktionen: PROFIsafe konfigurieren (Seite 90)

   – Erweiterte Funktionen: PROFIsafe im Umrichter konfigurieren (Seite 122)
4. Führen Sie eine reduzierte Abnahme der Sicherheitsfunktionen durch.

   Die erforderlichen Maßnahmen finden Sie im Abschnitt: Reduzierte Abnahme nach Komponententausch (Seite 258).

Sie haben die Einstellungen des ersten Umrichters auf einen zweiten Umrichter übertragen.

5.10 Abnahme der Sicherheitsfunktionen

5.10.1 Abnahme

Was ist eine Abnahme?

Ein Maschinenhersteller ist für die einwandfreie Funktion seiner Maschine oder Anlage verantwortlich. Nach der Inbetriebnahme muss der Maschinenhersteller daher die Funktionen prüfen oder durch Fachpersonal prüfen lassen, die ein erhöhtes Risiko für Sach- oder Personenschäden beinhalten. Diese Abnahme oder Validierung ist z. B. auch in der europäischen Maschinenrichtlinie gefordert und besteht im Wesentlichen aus zwei Teilen:

- Die sicherheitsrelevanten Funktionen und Maschinenteile prüfen.

  → **Abnahmetest**.

- Ein "Abnahmeprotokoll" erstellen, aus dem die Prüfergebnisse hervorgehen.

  → **Dokumentation**.

Informationen zur Validierung liefern z. B. die harmonisierten europäischen Normen EN ISO 13849-1 und EN ISO 13849-2.

Abnahmetest der Maschine oder Anlage

Der Abnahmetest prüft, ob die sicherheitsrelevanten Funktionen in der Maschine oder Anlage richtig funktionieren. Auch die Dokumentation der in Sicherheitsfunktionen eingesetzten Komponenten kann Hinweise auf notwendige Prüfungen enthalten.

Die Prüfung der sicherheitsrelevanten Funktionen enthält z. B. die folgenden Punkte:

- Sind alle Sicherheitseinrichtungen, z. B. Schutztürüberwachungen, Lichtschranken oder Not-Endschalter, angeschlossen und betriebsbereit?
- Reagiert die übergeordnete Steuerung wie erwartet auf die sicherheitsrelevanten Rückmeldungen des Umrichters?
- Passen die Einstellungen des Umrichters zur projektierten sicherheitsrelevanten Funktion in der Maschine?

Abnahmetest des Umrichters

Ein Teil des Abnahmetests der gesamten Maschine oder Anlage ist der Abnahmetest des Umrichters.

Der Abnahmetest des Umrichters prüft, ob die antriebsintegrierten Sicherheitsfunktionen passend zur projektierten Sicherheitsfunktion der Maschine eingestellt sind.

Beispiele für den Abnahmetest der antriebsintegrierten Sicherheitsfuntionen finden Sie im Abschnitt: Beispiele für Abnahmetests (Seite 267).

Dokumentation des Umrichters

Für den Umrichter ist Folgendes zu dokumentieren:

- Die Ergebnisse der Abnahmetests.
- Die Einstellungen der antriebsintegrierten Sicherheitsfunktionen.

  Das Inbetriebname-Tool STARTER protokolliert bei Bedarf die Einstellungen der antriebsintegrierten Sicherheisfunktionen. Siehe auch Abschnitt: Dokumentation zur Abnahme (Seite 299).

Die Dokumentation ist gegenzuzeichnen.

Wer darf den Abnahmetest des Umrichters durchführen?

Zum Abnahmetest des Umrichters berechtigt sind vom Maschinenhersteller befugte Personen, die mit ihrer fachlichen Ausbildung und Kenntnis der sicherheitsrelevanten Funktionen die Abnahme in angemessener Weise durchführen können.

5.10.2 Reduzierte Abnahme nach Funktionserweiterung

Eine vollständige Abnahme ist nur nach der Erstinbetriebnahme erforderlich. Für Erweiterungen der Sicherheitsfunktionen genügt eine reduzierte Abnahme.

Tabelle 5- 4 Reduzierte Abnahme nach Funktionserweiterung

Maßnahme	Abnahmetest	Dokumentation
Änderung eines einzelnen Grenzwerts (z. B. SLS-Stufe).	Prüfen Sie den geänderten Grenzwert.	• Funktionstabelle ergänzen • Geänderte Einstellungen protokollieren • Neue Checksummen protokollieren • Gegenzeichnung
Funktionserweiterung der Maschine (zusätzlicher Antrieb).	Prüfen Sie die Sicherheitsfunktionen des neuen Antriebs.	• Maschinenübersicht ergänzen • Bestellnummer und Firmware-Version des Antriebs ergänzen • Funktionstabelle ergänzen • Einstellungen des neuen Antriebs protokollieren • Neue Checksummen protokollieren • Gegenzeichnung
Funktionserweiterung eines Antriebs (z. B. zusätzliche SLS-Stufe oder neue Sicherheitsfunktion nach Firmware-Update).	Prüfen Sie die zusätzlichen Funktionen.	• Funktionstabelle ergänzen • Geänderte Einstellungen protokollieren • Neue Checksummen protokollieren • Gegenzeichnung.
Übertragung der Einstellungen des Umrichters auf weitere identische Maschinen über Serieninbetriebnahme.	Prüfen Sie Ansteuerung und Rückmeldung aller Sicherheitsfunktionen.	• Maschinenbeschreibung ergänzen • Geänderte Einstellungen protokollieren • Checksummen kontrollieren • Firmwareversionen kontrollieren

Siehe auch Abschnitt: Reduzierte Abnahme nach Komponententausch (Seite 258).

Betrieb

6

6.1 Übersicht und relevante Umrichtersignale

Über dieses Kapitel

Dieses Kapitel beantwortet folgende Fragen:

- Wie müssen Sie den Antrieb regelmäßig testen, um die zugesicherte Ausfallwahrscheinlichkeit der Sicherheitsfunktionen einzuhalten?
- Wie verhält sich der Antrieb, wenn Sie eine der Sicherheitsfunktionen an- und abwählen?
- Was müssen Sie beachten, wenn Sie den Motor bei aktiver Sicherheitsfunktion aus- oder einschalten?
- Wie beeinflussen sich die Sicherheitsfunktionen gegenseitig, wenn Sie mehr als nur eine Sicherheitsfunktion anwählen?
- Wie reagiert der Antrieb auf ein diskrepantes Eingangssignal?
- Wie reagiert der Antrieb auf Grenzwertverletzungen oder das Ansprechen interner Überwachungen?

Umrichtersignale

Die meisten Umrichtersignale in diesem Kapitel sind im PROFIsafe-Telegramm enthalten, lassen sich mit einen sicheren Ein- oder Ausgang verbinden und sind folgenden Parametern zugeordnet:

Umrichtersignal	PROFIsafe	F-DI	F-DO	Parameter
Internes Ereignis	✓	---	✓	r9723
STO aktiv (Basisfunktionen)	✓	---	✓	r9773.1
STO Abwahl (Basisfunktionen)	✓	✓	---	r9773.0
STO aktiv (Erweiterte Funktionen)	✓	---	✓	r9722.0
STO Abwahl (Erweiterte Funktionen)	✓	✓	---	r9720.0
SBC angefordert (Basisfunktionen)	---	---	---	r9773.4
SS1 aktiv (Basisfunktionen)	✓	---	✓	r9773.6
SS1 Abwahl (Basisfunktionen)	✓	✓	---	r9773.5
SS1 aktiv (Erweiterte Funktionen)	✓	---	✓	r9722.1
SS1 Abwahl (Erweiterte Funktionen)	✓	✓	---	r9720.1
SLS aktiv	✓	---	✓	r9722.4
SLS Abwahl	✓	✓	---	r9720.4
SLS-Stufe aktiv	✓	---	✓	r9722.9, r9722.10
SLS-Stufe Anwahl	✓	✓	---	r97209, r9720.10

Umrichtersignal	PROFIsafe	F-DI	F-DO	Parameter
SSM Rückmeldung aktiv (Drehzahl unter Grenzwert)	✓	---	✓	r9722.15
SDI+ aktiv	✓	---	✓	r9722.12
SDI+ Abwahl	✓	✓	---	r9720.12
SDI- aktiv	✓	---	✓	r9722.13
SDI- Abwahl	✓	✓	---	r9720.13
SAM/SBR aktiv	---	---	---	r9723.16
Zwangsdynamisierung ist erforderlich (Basisfunktionen)	---	---	---	r9773.31
Zwangsdynamisierung ist erforderlich (Erweiterte Funktionen)	---	---	---	r9723.0
Zwangsdynamisierung starten (Erweiterte Funktionen)	---	---	---	p9705
"Standard" quittieren	---	---	---	p2103
Fehlersicher quittieren	✓	✓	---	r9720.7
Einschaltbereit	---	---	---	r0052.0
EIN/AUS1	---	---	---	r0054.0
AUS2	---	---	---	r0054.1
AUS3	---	---	---	r0054.2

6.2 Regelmäßiger Test der Sicherheitsfunktionen

6.2.1 Übersicht

Übersicht

Um die zugesicherte Ausfallwahrscheinlichkeit der Sicherheitsfunktionen einzuhalten, müssen Sie mindestens einmal jährlich folgende Funktionstests veranlassen:

- Wenn Sie einen sicheren Eingang nutzen, muss der Umrichter seinen sicheren Eingang testen.

  → Sichere Eingänge testen (Seite 155)
- Der Umrichter muss seine Sicherheitsfunktionen testen:

  → Basisfunktionen testen (Seite 156)

  → Erweiterte Funktionen testen (Seite 157)
- Wenn Sie einen sicheren Ausgang nutzen, muss der Umrichter seinen sicheren Ausgang testen.

  → Sicheren Ausgang testen (Seite 158)

6.2.2 Sichere Eingänge testen

Sensoren und sichere Eingänge testen

Der Umrichter prüft seine sicheren Eingänge und die angeschlossenen Sensoren bei einem Signalwechsel an den Eingängen. Wir empfehlen Ihnen, die sicheren Eingänge zusammen mit der Zwangsdynamisierung (Teststopp) zu testen.

Vorgehen

Um die sicheren Eingänge zu testen, gehen Sie folgendermaßen vor:

1. Betätigen Sie den jeweiligen Sensor.
2. Kontrollieren Sie Folgendes:
   - Die erwartete Sicherheitsfunktion ist aktiv.
   - Der Umrichter meldet keine Störung.

Sie haben die sicheren Eingänge getestet.

6.2.3 Basisfunktionen testen

Zeitpunkt

Der Umrichter überwacht, ob der Selbsttest (= Zwangsdynamisierung, Teststopp) regelmäßig gestartet wird.

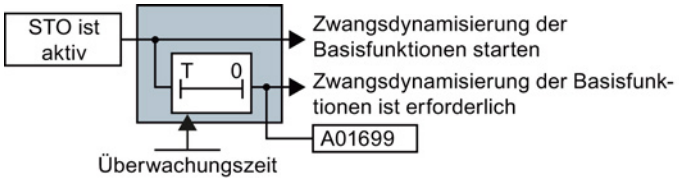


Bild 6-1 Start und Überwachung der Zwangsdynamisierung (Teststopp)

Bei der Warnung A01699 müssen Sie den Selbsttest bei nächster Gelegenheit anstoßen, z. B.:

- Bei stillstehenden Antrieben nach dem Einschalten der Anlage.
- Beim Öffnen einer Schutztür.
- In einem vorgegebenen Rhythmus vor Ablauf der Überwachungszeit.

Zwangsdynamisierung (Teststopp) durchführen

Voraussetzungen

- STO ist nicht aktiv.
- Der Motor ist eingeschaltet (EIN/AUS1 = 1) und steht still (Drehzahlsollwert = 0).

Vorgehen

Um die Zwangsdynamisierung zu starten, gehen Sie folgendermaßen vor:

1. Wählen Sie die Funktion STO an.
2. Der Umrichter prüft seine sicherheitsrelevanten Schaltkreise. Die Prüfung dauert wenige Millisekunden.
3. Wählen Sie die Funktion STO ab.
4. Prüfen Sie, dass die Warnung A01699 nicht mehr ansteht.
5. Wenn Sie sichere Eingänge des Umrichters nutzen, prüfen Sie die sicheren Eingänge des Umrichters. Siehe auch: Sichere Eingänge testen (Seite 155).

Sie haben die Zwangsdynamisierung durchgeführt.

6.2.4 Erweiterte Funktionen testen

Zeitpunkt

Der Umrichter überwacht, ob der Selbsttest (= Zwangsdynamisierung, Teststopp) regelmäßig gestartet wird.

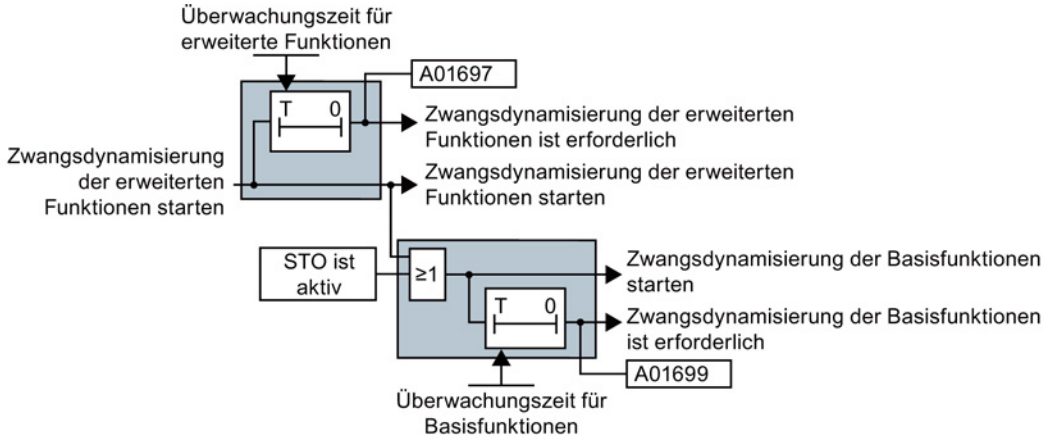


Bild 6-2 Start und Überwachung der Zwangsdynamisierung (Teststopp)

Wenn der Umrichter die Warnung A01699 bzw. A01697 meldet, müssen Sie die Zwangsdynamisierung bei nächster Gelegenheit anstoßen, z. B.:

- Nach dem Einschalten der Anlage.
- In einem vorgegebenen Rhythmus vor Ablauf der Überwachungszeit.

Zwangsdynamisierung (Teststopp) durchführen

Beim Test der erweiterten Funktionen schaltet der Umrichter den Motor drehmomentfrei.

Voraussetzungen

- STO ist nicht aktiv.

  Wenn Sie die Zwangsdynamisierung bei aktivem STO starten, reagiert der Umrichter mit einer Störung.
- Der Motor ist eingeschaltet (EIN/AUS1 = 1) und steht still (Drehzahlsollwert = 0).

Vorgehen

Um die Zwangsdynamisierung der erweiterten Funktionen zu starten, gehen Sie folgendermaßen vor:

1. Starten Sie die Zwangsdynamisierung über ein Signal Ihrer Wahl, z. B. einen Digitaleingang.
2. Der Umrichter prüft seine sicherheitsrelevanten Schaltkreise. Während der Prüfung meldet der Umrichter die Warnungen C01798 und C30798. Die Prüfung dauert wenige Millisekunden.
3. Setzen Sie das Signal zum Start der Zwangsdynamisierung auf Null.
4. Prüfen Sie, dass weder die Warnung A01699 noch die Warnung A01697 ansteht.
5. Prüfen Sie die sicheren Eingänge des Umrichters, siehe auch: Sichere Eingänge testen (Seite 155).
6. Prüfen Sie den sicheren Ausgang des Umrichters, siehe auch: Sicheren Ausgang testen (Seite 158).

Sie haben die Zwangsdynamisierung der erweiterten Funktionen durchgeführt.

6.2.5 Sicheren Ausgang testen

Zeitpunkt des Tests

Der Umrichter überwacht den regelmäßigen Test über einen Zeitbaustein.

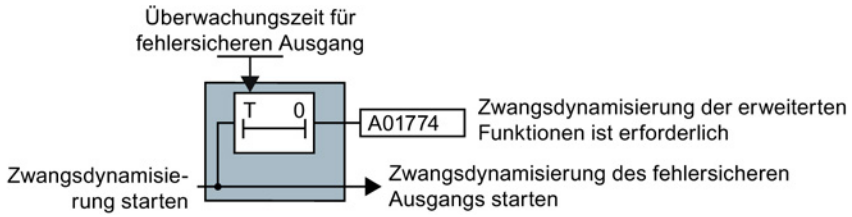


Bild 6-3 Start und Überwachung der Zwangsdynamisierung (Teststopp) des sicheren Ausgangs

Wenn der Umrichter die Warnung A01774 meldet, müssen Sie den Test bei nächster Gelegenheit anstoßen, z. B.:

- Nach dem Einschalten der Anlage.
- In einem vorgegebenen Rhythmus vor Ablauf der Überwachungszeit.

Sicheren Ausgang und angeschlossenen Aktor testen

Der Umrichter prüft seinen sicheren Ausgang und den angeschlossenen Aktor bei einem Signalwechsel am Ausgang.

Vorgehen

1
2

Um den sicheren Ausgang zu testen, gehen Sie folgendermaßen vor:

1. Schalten Sie den Motor ein (EIN/AUS1-Befehl = 1).

   Wenn Sie die Zwangsdynamisierung im Stillstand durchführen wollen, muss der Drahzahlsollwert = 0 sein.

2. Starten Sie den Test über ein Signal Ihrer Wahl, z. B. einen Digitaleingang.
3. Der Umrichter schaltet den sicheren Ausgang kurzzeitig ab. Der Test dauert wenige Millisekunden.
4. Setzen Sie das Signal zum Start der Zwangsdynamisierung auf Null.
5. Prüfen Sie, dass die Warnung A01774 nicht mehr ansteht.

Sie haben den sicheren Ausgang getestet.

Das Verhalten des sicheren Ausgangs hängt vom eingestellten Teststopp Modus ab.

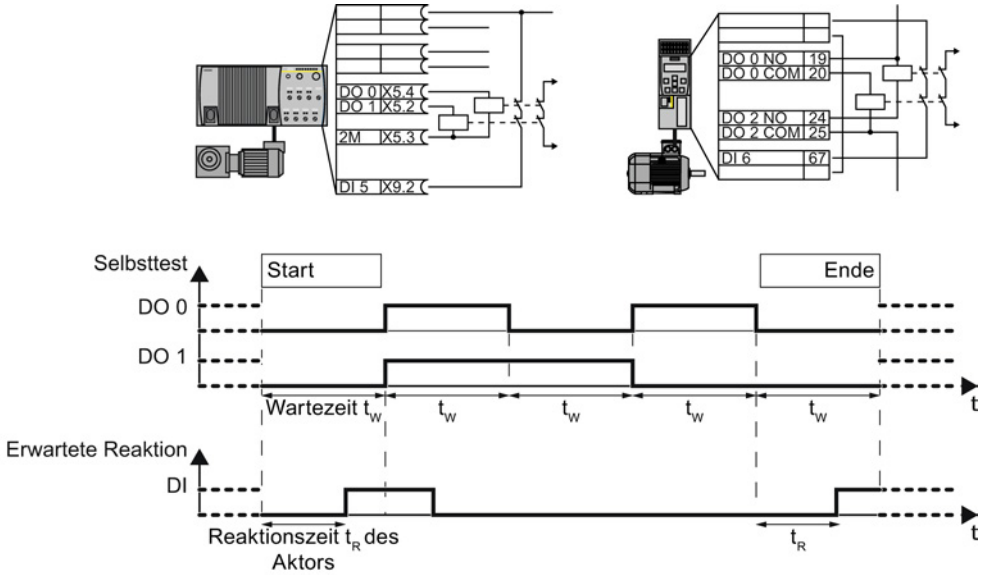


Bild 6-4 Teststopp Modus 2

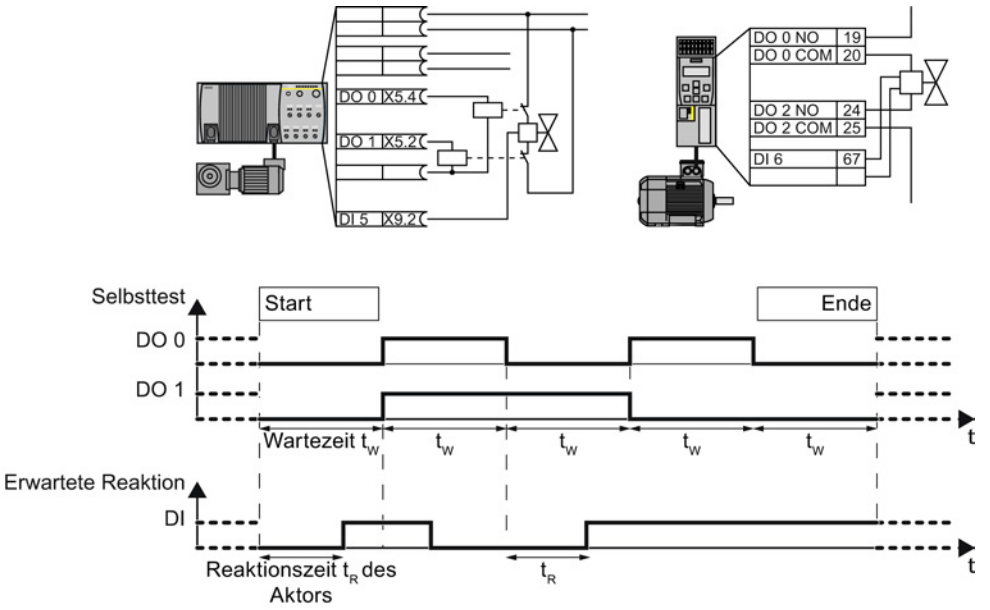


Bild 6-5 Teststopp Modus 3

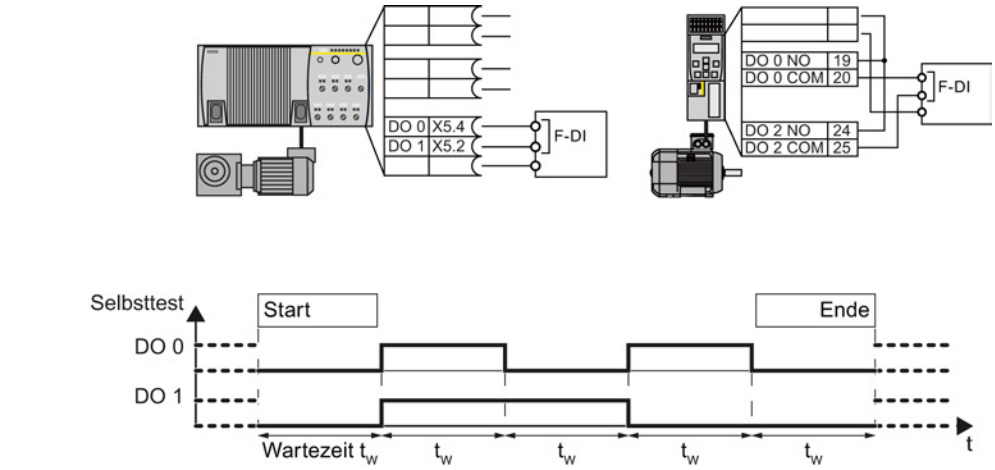


Bild 6-6 Teststopp Modus 4

6.3 Safe Torque Off (STO)

6.3.1 Übersicht

Was finden Sie in desem Kapitel?

In diesem Kapitel sind die relevanten Betriebsfälle der Funktion STO beschrieben.

Tabelle 6- 1 Betriebsfälle der Funktion STO bei eingeschaltetem Motor (EIN/AUS1 = 1)

STO an- und abwählen	→ STO an- und abwählen bei eingeschaltetem Motor (Seite 162)
Diskrepanz im Eingangssignal	Der sichere Eingang zur Anwahl von STO erkennt einen Fehler. → Reaktion auf eine Diskrepanz bei aktivem STO (Seite 162)

Tabelle 6- 2 Motor ein- und ausschalten bei aktiver oder nicht aktiver Funktion STO

	Motor einschalten (EIN/AUS1 = 0 → 1)	Motor ausschalten (EIN/AUS1, AUS2 oder AUS3 = 1 → 0)
STO ist nicht aktiv	Wenn STO nicht aktiv ist, gibt es keine Einschränkungen für das Ein- und Ausschalten des Motors.	
STO ist aktiv	Die aktive Funktion STO verhindert das Einschalten des Motors.	Wenn STO aktiv ist, ist der Motor immer ausgeschaltet. Die Signale AUS1, AUS2 und AUS3 sind wirkungslos.

6.3.2 STO an- und abwählen bei eingeschaltetem Motor

STO anwählen

Funktion

1. Die Maschinensteuerung wählt die Sicherheitsfunktion STO über einen sicheren Eingang oder über die sichere Kommunikation PROFIsafe an
2. Der Umrichter schaltet das Drehmoment des Motors sicher ab.

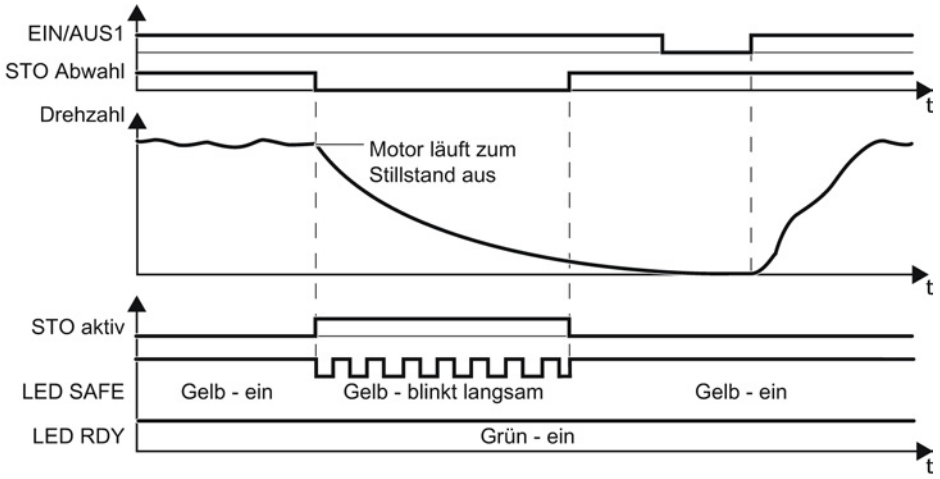


Bild 6-7 Zeitverhalten der Sicherheitsfunktion STO (Safe Torque Off)

Motor einschalten nach aktivem STO

Vorgehen

1
2

Um den Motor nach einem aktiven STO wieder einzuschalten, gehen Sie folgendermaßen vor:

1. Wählen Sie STO ab.
2. Schalten Sie den Motor ein: EIN/AUS1 = 1.

Sie haben den Motor eingeschaltet.

6.3.3 Reaktion auf eine Diskrepanz bei aktivem STO

Auf eine Diskrepanz des sicheren Eingangs reagiert der Umrichter mit der aktiven Sicherheitsfunktion STO.

Das Verhalten des Umrichters hängt von der Einstellung des Umrichters ab:

- Sie die nutzen die Basisfuntkionen → Fall 1.
- Sie nutzen die erweiterten Funktionen → Fall 2.

Fall 1: Reaktion der Antriebs bei STO der Basisfunktionen

Sie haben eine der folgenden Einstellungen gewählt:

- Basisfunktionen über Onboard-Klemmen
- Basisfunktionen über PROFIsafe und Onboard-Klemmen
- Erweiterte Funktionen über PROFIsafe und Basisfunktionen über Onboard-Klemmen

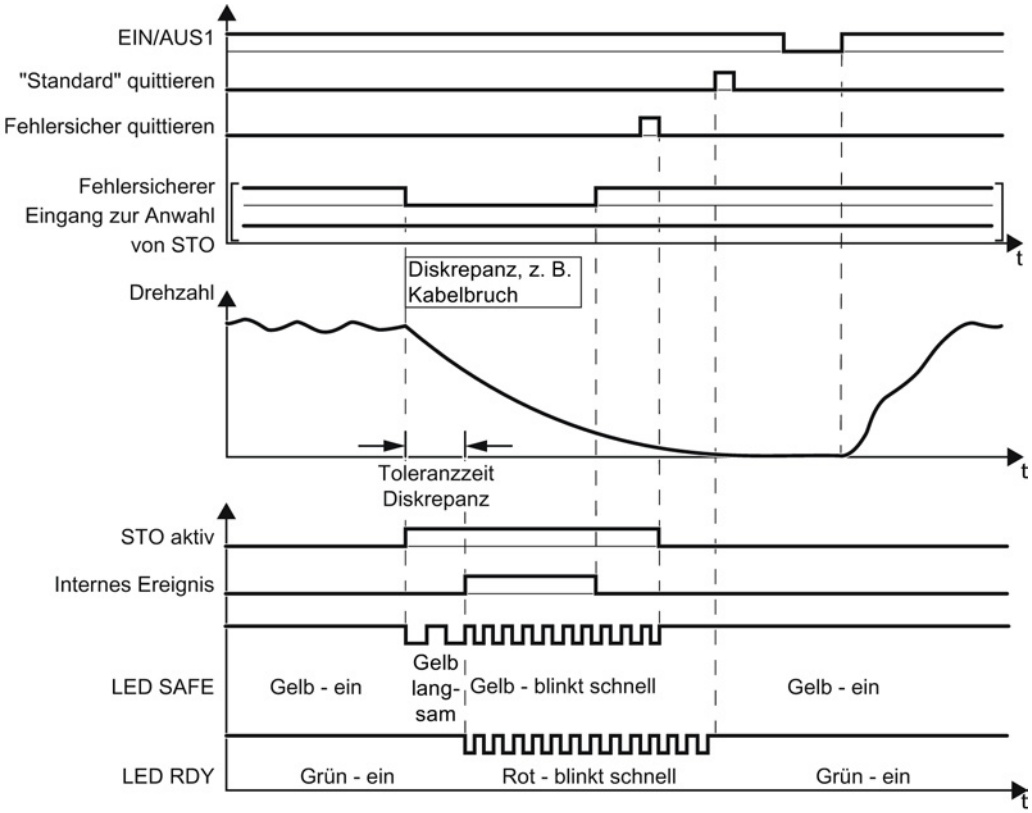


Bild 6-8 Verhalten des Umrichters bei Diskrepanz des Eingangssignals für STO (Beispiel: Kabelbruch im Kanal des Prozessors P1)

Meldungen des Umrichters nach Ablauf der Toleranzzeit:

- Diskrepanz (Störung F01611 oder F30611 mit Störwerten r0949 = 2000 oder 2002)
- Der Umrichter setzt das Fehlerbit der Sicherheitsfunktionen (= internes Ereignis).

Unabhängig von den anliegenden Spannungspegeln setzt der Umrichter die Auswertung des diskrepanten F-DI in den sicheren Zustand (=Null), bis Sie den Umrichter über ein fehlersicheres Signal oder über einen Power-On-Reset quittieren.

Fall 1: Motor nach Diskrepanz einschalten

Vorgehen

Um den Motor wieder einzuschalten, gehen Sie folgendermaßen vor:

1. Beseitigen Sie die Diskrepanz.
2. Quittieren Sie das interne Ereignis.

Gewählte Einstellung	Worüber lässt sich das interne Ereignis quittieren?		
	F-DI	PROFIsafe	Alternative
Basisfunktionen über Onboard-Klemmen	STO an- und abwählen (F-DI = 1 → 0 → 1)	---	Power-On-Reset
Basisfunktionen über PROFIsafe und Onboard-Klemmen	STO an- und abwählen (F-DI = 1 → 0 → 1)	STO an- und abwählen (PROFIsafe-Steuerwort 1, Bit 0 = 1 → 0 → 1) oder SS1 an- und abwählen (PROFIsafe-Steuerwort 1, Bit 1 = 1 → 0 → 1) oder Fehlersicher quittieren (PROFIsafe-Steuerwort 1, Bit 7 = 0 → 1 → 0)	Power-On-Reset
Erweiterte Funktionen über PROFIsafe und Basisfunktionen über Onboard-Klemmen	STO an- und abwählen (F-DI = 1 → 0 → 1)	STO an- und abwählen (PROFIsafe-Steuerwort 1, Bit 0 = 1 → 0 → 1) oder SS1 an- und abwählen (PROFIsafe-Steuerwort 1, Bit 1 = 1 → 0 → 1) oder Fehlersicher quittieren (PROFIsafe-Steuerwort 1, Bit 7 = 0 → 1 → 0)	Power-On-Reset

3. Quittieren Sie den Umrichter mit dem "Standard"-Quittier-Signal.
4. Geben Sie einen AUS1-Befehl vor (EIN/AUS1 = 0).
5. Schalten Sie den Motor ein (EIN/AUS1 = 1).

Sie haben die Diskrepanz-Meldung quittiert und den Motor wieder eingeschaltet.

Fall 2: Reaktion der Antriebs bei STO der erweiterten Funktionen

Sie haben die erweiterten Funktionen über Onboard-Klemmen gewählt.

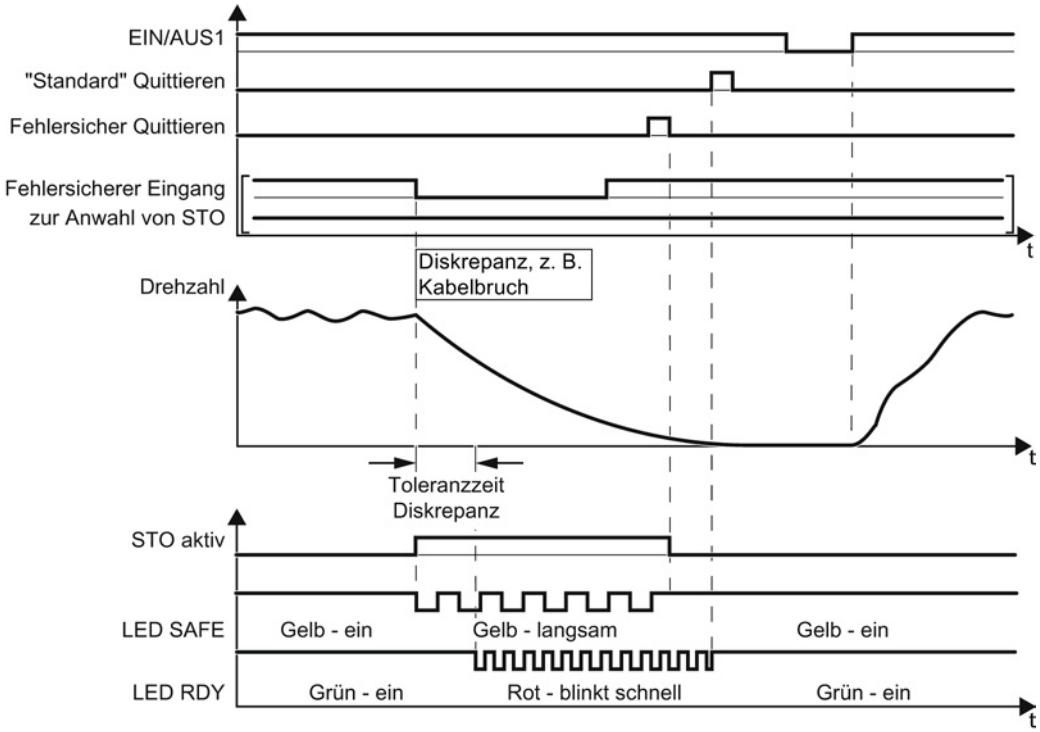


Bild 6-9 Verhalten der Sicherheitsfunktion STO bei Diskrepanz

Der Umrichter setzt das Fehlerbit der Sicherheitsfunktionen (= internes Ereignis) nicht.

Nach Ablauf der Toleranzzeit meldet der Umrichter die Diskrepanz (Störung C01770 oder C30770).

Fall 2: Motor nach Diskrepanz einschalten

Vorgehen

1
2

Um den Motor wieder einzuschalten, gehen Sie folgendermaßen vor:

1. Beseitigen Sie die Diskrepanz.
2. Quittieren Sie die Diskrepanz-Meldung mit fehlersicheren Quittier-Signal über einen sicheren Eingang: F-DI = 0 → 1 → 0.
   Alternative: Power-On-Reset.
3. Quittieren Sie den Umrichter mit dem "Standard"-Quittier-Signal.
4. Geben Sie einen AUS1-Befehl vor (EIN/AUS1 = 0).
5. Schalten Sie den Motor ein (EIN/AUS1 = 1).

Sie haben die Diskrepanz-Meldung quittiert und den Motor wieder eingeschaltet.

6.4 Safe Brake Control (SBC)

6.4.1 SBC an- und abwählen bei eingeschaltetem Motor

Wenn Sie die Motorhaltebremse über das Safe Brake Relay an den Umrichter angeschlossen haben, ist die Funktion SBC unter folgenden Bedingungen aktiv:

1. Sie haben die Funktion "Motorhaltebremse" im Umrichter aktiviert.
2. Sie haben die Funktion SBC freigegeben.
3. Im Umrichter ist die Funktion STO aktiv.

STO anwählen bei Stillstand des Motors

Funktion

1. Die übergeordnete Steuerung schaltet den Motor aus: EIN/AUS1 = 0 oder AUS3 = 0.
2. Wenn der Antrieb den Stillstand erreicht hat, wählt die Steuerung die Funktion STO an.

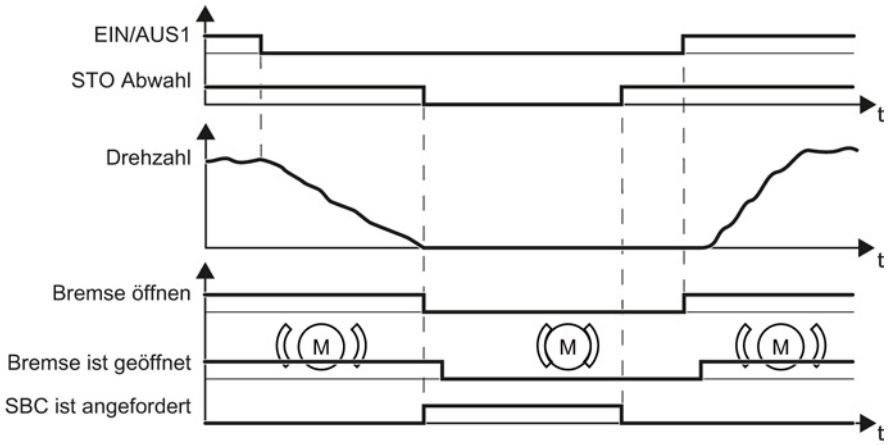


Bild 6-10 Stillstand abwarten und SBC mit STO aktivieren

Bevor Sie den Motor wieder einschalten können, müssen Sie die Funktion STO abwählen.

SS1 anwählen bei drehendem Motor

Funktion

1. Die übergeordnete Steuerung wählt die Funktion SS1 an
2. Der Umrichter bremst den Motor mit der AUS3-Rücklaufzeit.
3. Der Umrichter schließt die Motorhaltebremse beim Stillstand des Motors.

4. Bei Unterschreiten der Stillstandsüberwachung bzw. nach Ablauf der Verzögerungszeit aktiviert der Umrichter die Funktion STO und steuert die Bremse mit der Funktion SBC an.

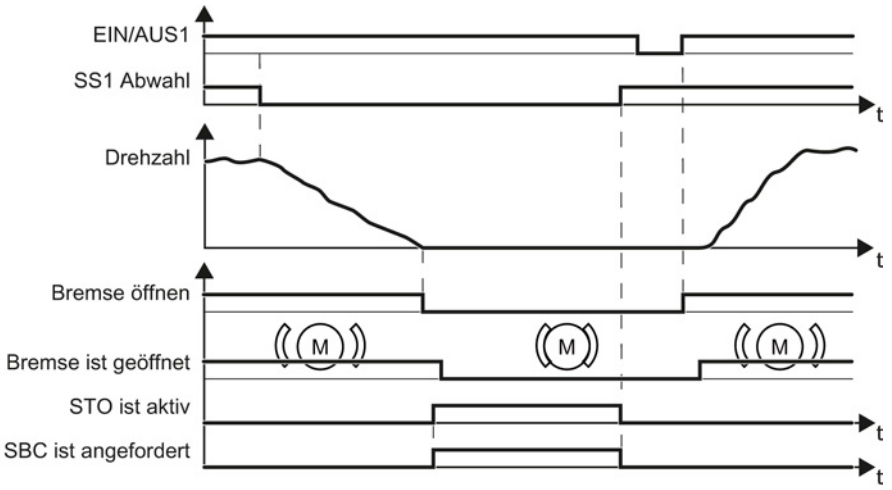


Bild 6-11 Die Motorhaltebremse schließt im Stillstand bei Anwahl von SS1

Bevor Sie den Motor wieder einschalten können, müssen Sie die Funktion SS1 abwählen.

STO anwählen bei drehendem Motor

Funktion

1. Die übergeordnete Steuerung wählt die Funktion STO an.
2. Der Umrichter schließt die Bremse ohne Rücksicht auf die aktuelle Drehzahl.

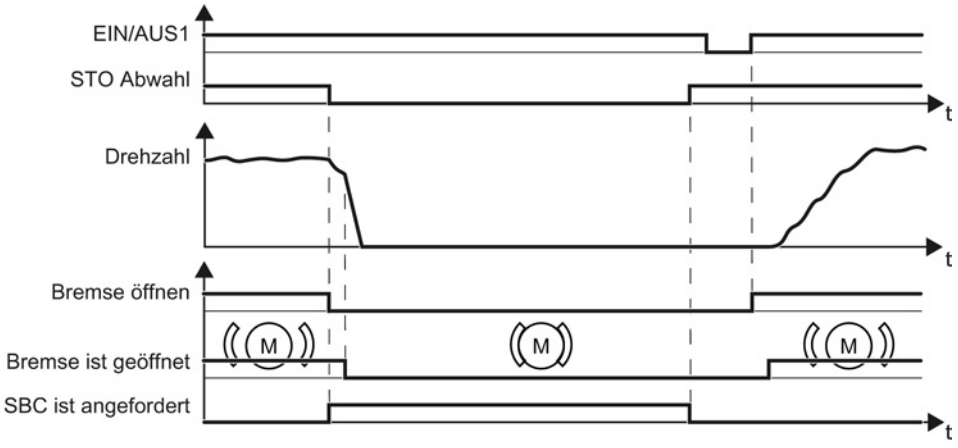


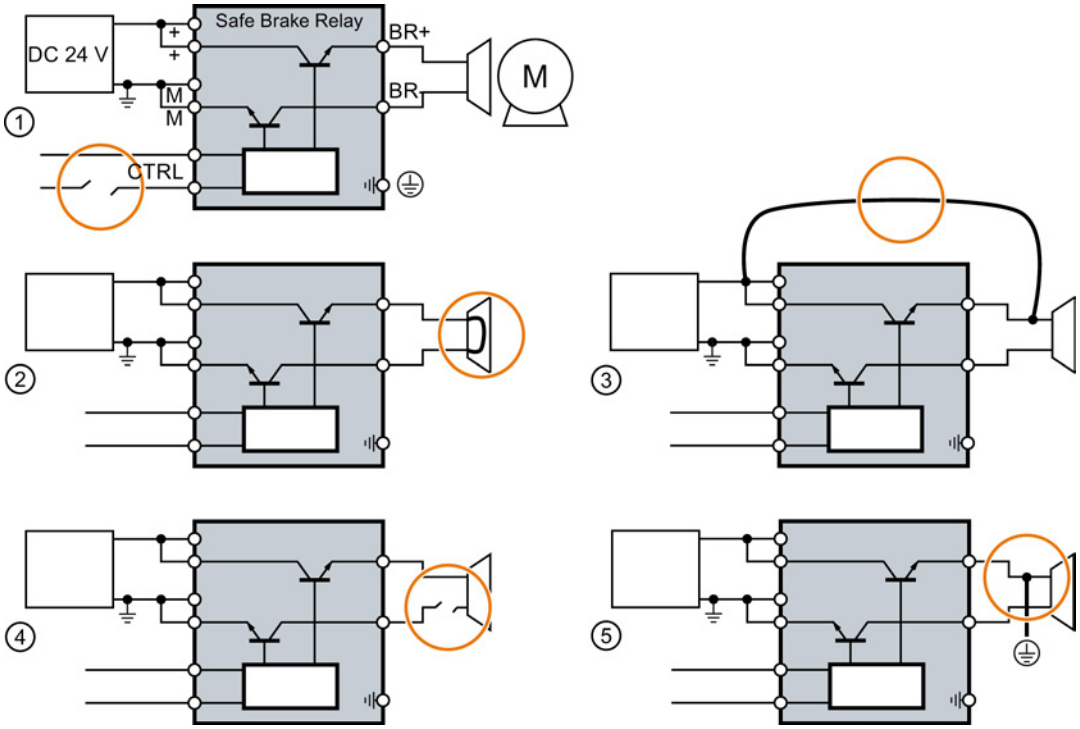
Bild 6-12 Die Motorhaltebremse schließt nach Anwahl von STO

Bevor Sie den Motor wieder einschalten können, müssen Sie die Funktion STO abwählen.

6.4.2 Reaktion auf Fehler in der Bremsenansteuerung

Fehler in der Bremsenansteuerung

Beim Öffnen oder Schließen der Bremse erkennt der Umrichter Fehler in der Bremsleitung und in der Bremswicklung.



① Steuerleitung vom Umrichter zum Safe Brake Relay ist unterbrochen
② Kurzschluss in der Bremswicklung
③ Querschluss zwischen der Bremsleitung und der 24-V-Spannungsversorgung
④ Bremsleitung ist unterbrochen
⑤ Erdschluss der Bremsleitung

Bild 6-13 Beispiele für Fehler in der Bremsenansteuerung

Reaktion des Antriebs

Wenn der Umrichter einen Fehler in der Bremsenansteuerung erkennt, reagiert er mit einem STOP A (Meldung F01630 oder F30630) und schließt die Bremse.

6.5 Safe Stop 1 (SS1)

6.5.1 Übersicht

Was finden Sie in desem Kapitel?

In diesem Kapitel sind die relevanten Betriebsfälle der Funktion SS1 beschrieben.

Tabelle 6- 3 Verhalten der Funktion SS1 bei eingeschaltetem Motor (EIN/AUS1 = 1)

SS1 an- und abwählen	→ SS1 an- und abwählen bei eingeschaltetem Motor (Seite 170)
Diskrepanz im Eingangssignal	Der sichere Eingang zur Anwahl von SS1 erkennt einen Fehler. → Reaktion auf eine Diskrepanz bei aktivem SS1 (Seite 174)
Grenzwertverletzung	Die Drehzahl des Motors verletzt die eingestellte SS1-Überwachung. → Grenzwertverletzung bei aktivem SS1 (Seite 178) Die Basisfunktion SS1 überwacht die Drehzahl des Motors nicht. Die Grenzwertverletzung ist in diesem Fall nicht relevant.

Tabelle 6- 4 Motor ein- und ausschalten bei aktiver oder nicht aktiver Funktion SS1

	Motor einschalten (EIN/AUS1 = 0 → 1)	Motor ausschalten (EIN/AUS1, AUS2 oder AUS3 = 1 → 0)
SS1 ist nicht aktiv	Wenn SS1 nicht aktiv ist, gibt es keine Einschränkungen für das Ein- und Ausschalten des Motors.	
SS1 ist aktiv	Die aktive Funktion SS1 verhindert das Einschalten des Motors.	Das Verhalten des Antriebs hängt davon ab, mit welchem Signal Sie den Motor ausschalten. → Motor ausschalten bei aktivem SS1 (Seite 173)

6.5.2 SS1 an- und abwählen bei eingeschaltetem Motor

6.5.2.1 SS1 ohne Überwachung

SS1 anwählen

Funktion

1. Die übergeordnete Steuerung wählt die Funktion SS1 über einen sicheren Eingang oder über die sichere Kommunikation PROFIsafe an.
2. Wenn der Motor bei Anwahl von SS1 eingeschaltet ist, bremst der Umrichter den Motor mit der AUS3-Rücklaufzeit.
3. Nach der Verzögerungszeit schaltet der Umrichter das Drehmoment des Motors mit der Sicherheitsfunktion STO sicher ab.

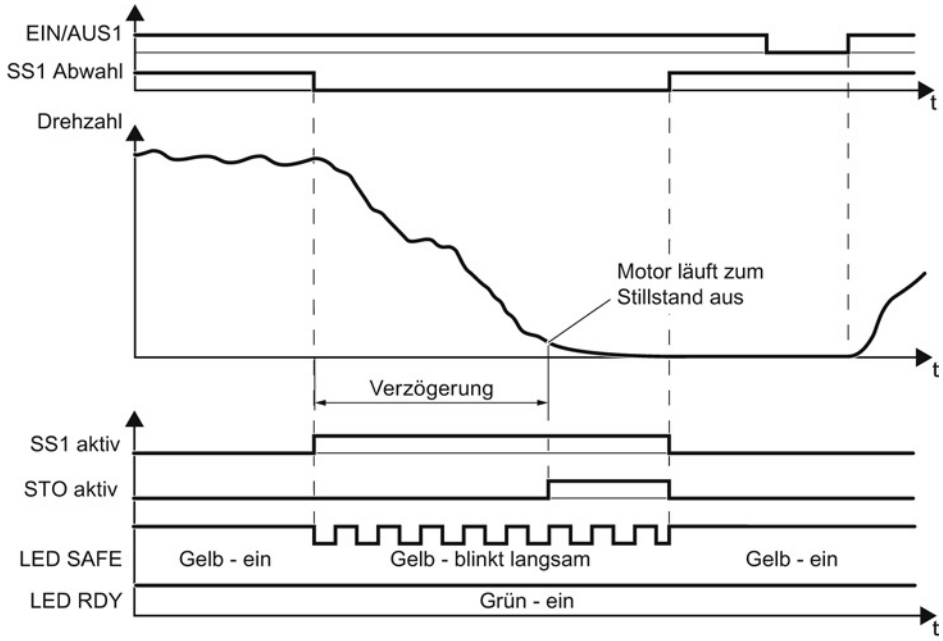


Bild 6-14 Bremsverhalten und Diagnose der Sicherheitsfunktion SS1 (Safe Stop 1)

Motor einschalten nach aktivem SS1

Vorgehen

1
2

Um den Motor nach einem aktiven SS1 wieder einzuschalten, gehen Sie folgendermaßen vor:

1. Wählen Sie SS1 ab.
2. Schalten Sie den Motor ein: EIN/AUS1 = 1.

Sie haben den Motor eingeschaltet.

6.5.2.2 SS1 mit Bremsrampenüberwachung

SS1 anwählen

Funktion

1. Die übergeordnete Steuerung wählt die Sicherheitsfunktion SS1 über einen sicheren Eingang oder über die sichere Kommunikation PROFIsafe an.
2. Wenn der Motor bei Anwahl von SS1 bereits ausgeschaltet ist, schaltet der Umrichter das Drehmoment des Motors mit der Sicherheitsfunktion STO sicher ab.

   Wenn der Motor bei Anwahl von SS1 eingeschaltet ist, bremst der Umrichter den Motor mit der AUS3-Rücklaufzeit. Der Umrichter überwacht mit der Funktion SBR, ob die Drehzahl der Last abnimmt.
3. Der Umrichter schaltet das Drehmoment des Motors mit der Sicherheitsfunktion STO sicher ab, wenn die Lastdrehzahl die "Stillstandüberwachung" erreicht.

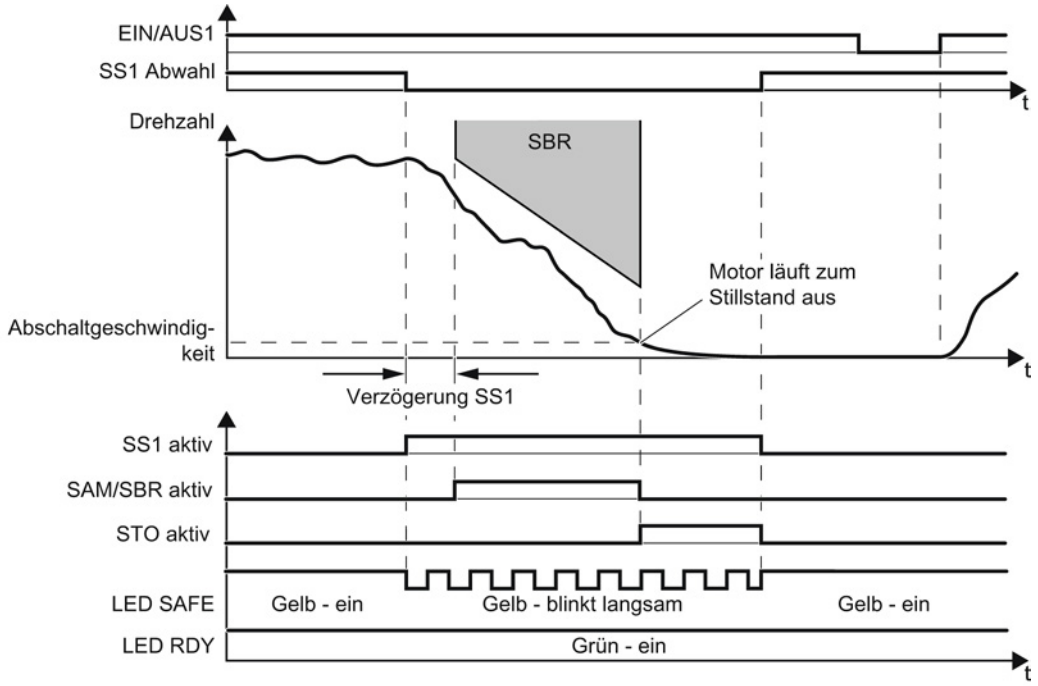


Bild 6-15 Bremsverhalten und Diagnose der Sicherheitsfunktion SS1 (Safe Stop 1)

Motor einschalten nach aktivem SS1

Vorgehen

1
2

Um den Motor nach einem aktiven SS1 wieder einzuschalten, gehen Sie folgendermaßen vor:

1. Wählen Sie SS1 ab.
2. Schalten Sie den Motor ein: EIN/AUS1 = 1.

Sie haben den Motor eingeschaltet.

6.5.2.3 SS1 mit Beschleunigungsüberwachung

SS1 anwählen

Funktion

1. Die übergeordnete Steuerung wählt die Sicherheitsfunktion SS1 über einen sicheren Eingang oder über die sichere Kommunikation PROFIsafe an.
2. Wenn der Motor bei Anwahl von SS1 bereits ausgeschaltet ist, schaltet der Umrichter das Drehmoment des Motors mit der Sicherheitsfunktion STO sicher ab.

   Wenn der Motor bei Anwahl von SS1 eingeschaltet ist, bremst der Umrichter den Motor mit der AUS3-Rücklaufzeit. Der Umrichter überwacht das Bremsen mit der Funktion SAM (Safe Acceleration Monitor).
3. Der Umrichter schaltet das Drehmoment des Motors mit der Sicherheitsfunktion STO sicher ab, wenn eine der beiden Bedingungen erfüllt ist:
   - Die aktuelle Drehzahl erreicht den Wert der "Stillstandüberwachung".
   - Die Verzögerungszeit ist abgelaufen.

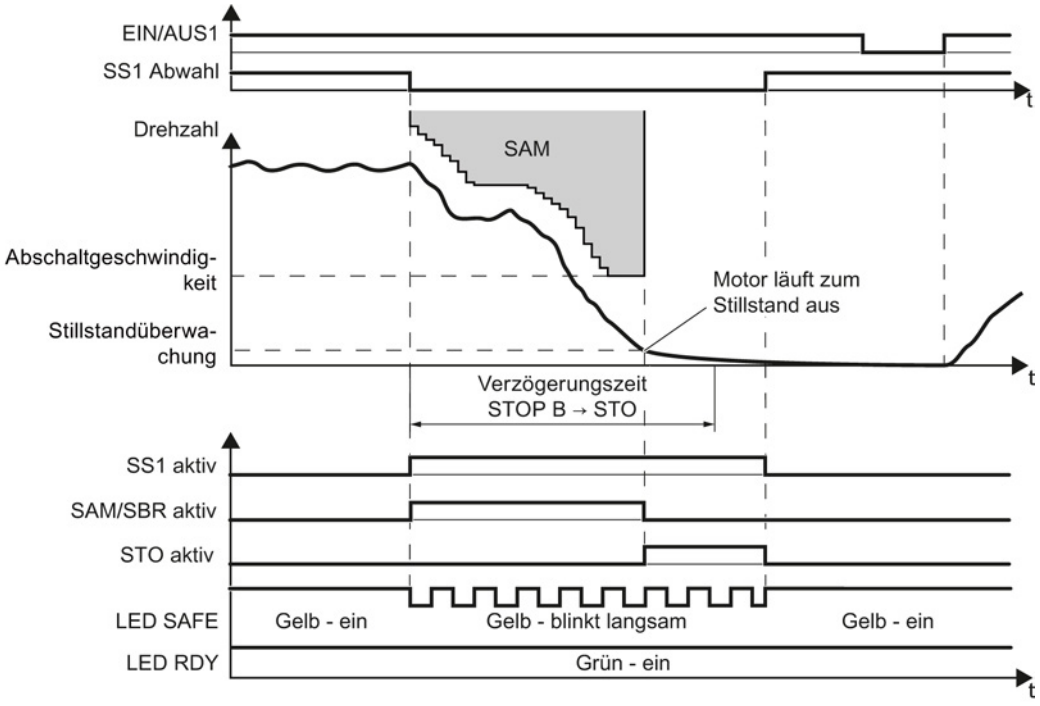


Bild 6-16 Bremsverhalten und Diagnose der Sicherheitsfunktion SS1 (Safe Stop 1)

Motor einschalten nach aktivem SS1

Vorgehen

Um den Motor nach einem aktiven SS1 wieder einzuschalten, gehen Sie folgendermaßen vor:

1. Wählen Sie SS1 ab.
2. Schalten Sie den Motor ein: EIN/AUS1 = 1.

Sie haben den Motor eingeschaltet.

6.5.3 Motor ausschalten bei aktivem SS1

Beschreibung

Wenn Sie den Motor bei aktiver Sicherheitsfunktion SS1 mit dem AUS1- oder AUS3-Befehl ausschalten, z. B. beim Erreichen von Endlagenschaltern, wirkt sich das nicht auf das Verhalten des Motors aus. SS1 bleibt weiterhin aktiv und der Umrichter bremst den Motor bis zur Stillstanderkennung.

Wenn Sie den Motor bei aktiver Sicherheitsfunktion SS1 mit dem AUS2-Befehl ausschalten, hängt das Verhalten des Antriebs von der Einstellung der Sicherheitsfunktion SS1 ab:

- SS1 ohne Drehzahlüberwachung:

  Der Umrichter schaltet das Drehmoment des Motors ab. Der Motor läuft anschließend bis zum Stillstand aus. Nach der Verzögerungszeit ist STO aktiv.

- SS1 mit Drehzahlüberwachung:

  Der Umrichter schaltet das Drehmoment des Motors mit der Sicherheitsfunktion STO ab. Der Motor läuft anschließend bis zum Stillstand aus.

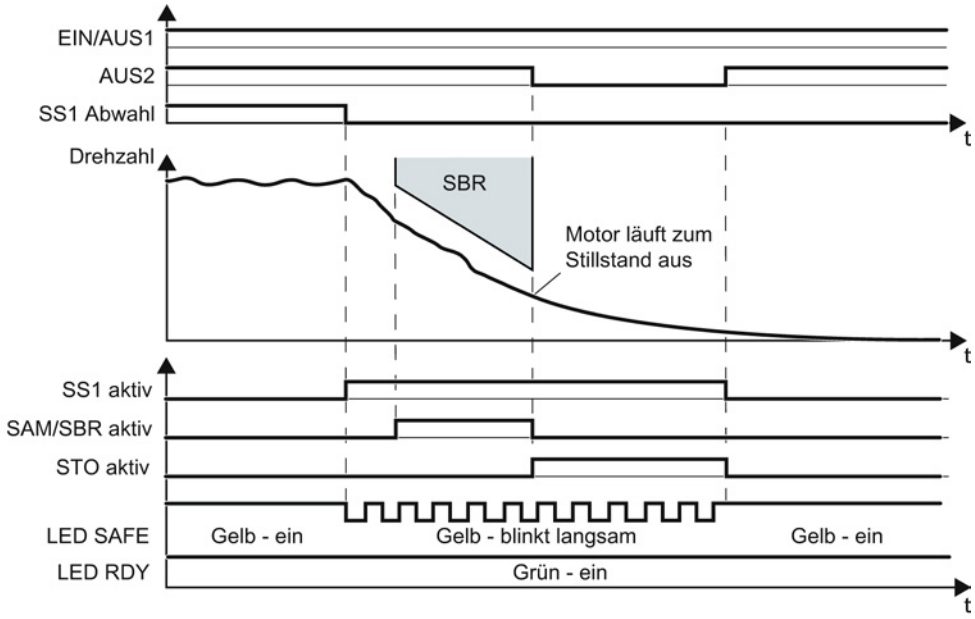


Bild 6-17 AUS2-Befehl bei aktiver Sicherheitsfunktion SS1 (Beispiel: SS1 mit Bremsrampenüberwachung)

6.5.4 Reaktion auf eine Diskrepanz bei aktivem SS1

Auf eine Diskrepanz des sicheren Eingangs reagiert der Umrichter mit der aktiven Sicherheitsfunktion SS1.

Das Verhalten des Antriebs hängt von der Einstellung des Umrichters ab.

1. Fall: Reaktion der Antriebs bei SS1 der Basisfunktionen

Sie haben eine der folgenden Einstellungen gewählt:

- Basisfunktionen über Onboard-Klemmen
- Basisfunktionen über PROFIsafe und Onboard-Klemmen
- Erweiterte Funktionen über PROFIsafe und Basisfunktionen über Onboard-Klemmen

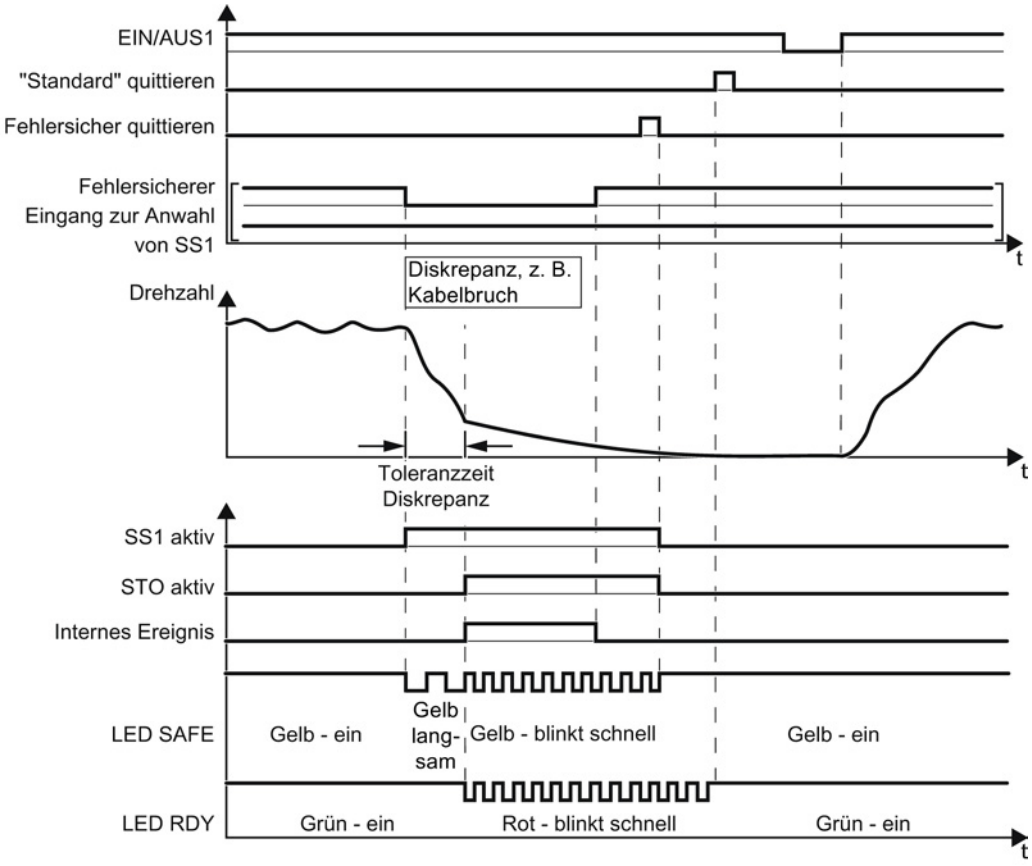


Bild 6-18 Verhalten des Umrichters bei Diskrepanz des Eingangssignals für SS1 (Beispiel: Kabelbruch im Kanal des Prozessors P1)

Meldungen des Umrichters nach Ablauf der Toleranzzeit:

- Diskrepanz (Störung F01611 oder F30611 mit Störwert r0949 = 2002)
- Der Umrichter setzt das Fehlerbit der Sicherheitsfunktionen (= internes Ereignis).

Unabhängig von den anliegenden Spannungspegeln setzt der Umrichter die Auswertung des diskrepanten F-DI in den sicheren Zustand (=Null), bis Sie den Umrichter über ein fehlersicheres Signal oder über einen Power-On-Reset quittieren.

Motor nach Diskrepanz einschalten

Vorgehen

Um den Motor wieder einzuschalten, gehen Sie folgendermaßen vor:

1. Beseitigen Sie die Diskrepanz.
2. Quittieren Sie das interne Ereignis.

Gewählte Einstellung	Worüber lässt sich das interne Ereignis quittieren?		
	F-DI	PROFIsafe	Alternative
Basisfunktionen über Onboard-Klemmen	SS1 an- und abwählen (F-DI = 1 → 0 → 1)	---	Power-On-Reset
Basisfunktionen über PROFIsafe und Onboard-Klemmen	SS1 an- und abwählen (F-DI = 1 → 0 → 1)	STO an- und abwählen (PROFIsafe-Steuerwort 1, Bit 0 = 1 → 0 → 1) oder SS1 an- und abwählen (PROFIsafe-Steuerwort 1, Bit 1 = 1 → 0 → 1) oder Fehlersicher quittieren (PROFIsafe-Steuerwort 1, Bit 7 = 0 → 1 → 0)	Power-On-Reset
Erweiterte Funktionen über PROFIsafe und Basisfunktionen über Onboard-Klemmen	SS1 an- und abwählen (F-DI = 1 → 0 → 1)	STO an- und abwählen (PROFIsafe-Steuerwort 1, Bit 0 = 1 → 0 → 1) oder SS1 an- und abwählen (PROFIsafe-Steuerwort 1, Bit 1 = 1 → 0 → 1) oder Fehlersicher quittieren (PROFIsafe-Steuerwort 1, Bit 7 = 0 → 1 → 0)	Power-On-Reset

3. Quittieren Sie den Umrichter mit dem "Standard"-Quittier-Signal.
4. Geben Sie einen AUS1-Befehl vor (EIN/AUS1 = 0).
5. Schalten Sie den Motor ein (EIN/AUS1 = 1).

Sie haben die Diskrepanz-Meldung quittiert und den Motor wieder eingeschaltet.

2. Fall: Reaktion der Antriebs bei SS1 der erweiterten Funktionen

Sie haben die erweiterten Funktionen über Onboard-Klemmen gewählt.

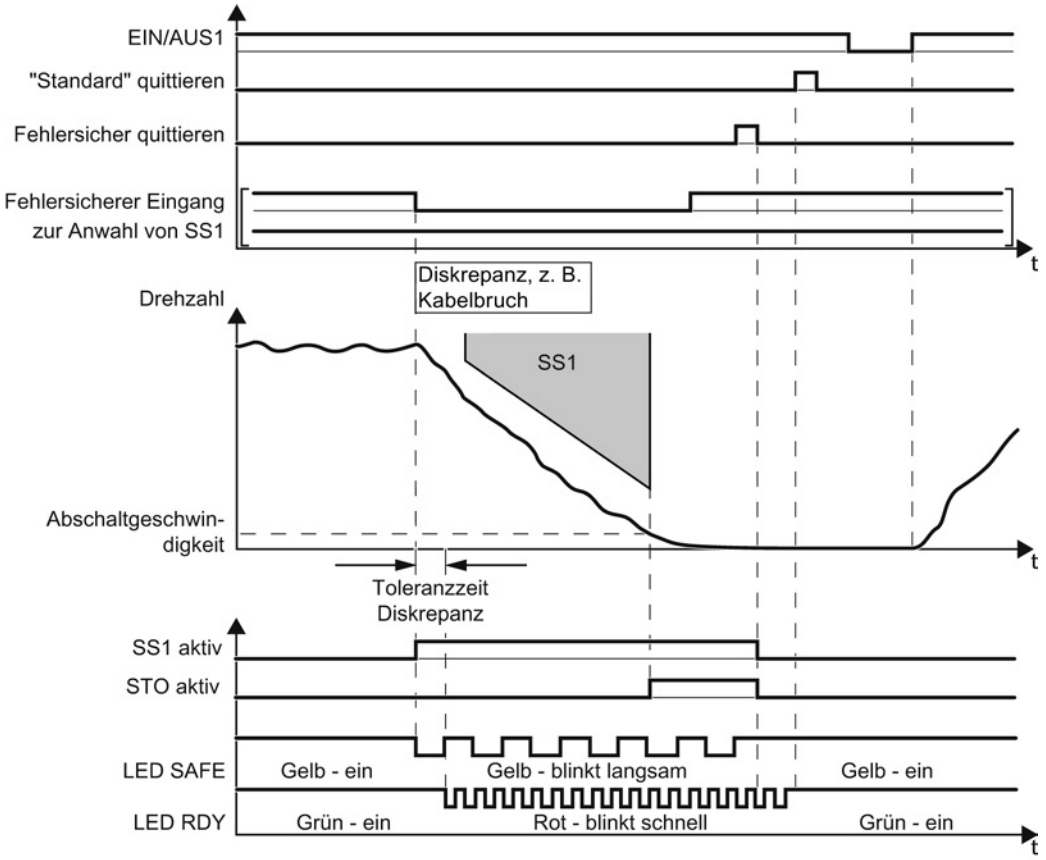


Bild 6-19 Verhalten des Umrichters bei Diskrepanz des Eingangssignals für SS1 (als Beispiel: SS1 mit Bremsrampenüberwachung)

Der Umrichter setzt das Fehlerbit der Sicherheitsfunktionen (= internes Ereignis) nicht.

Nach Ablauf der Toleranzzeit meldet der Umrichter die Diskrepanz (Meldung C01770 oder C30770), unterbricht aber den Bremsvorgang des Motors nicht.

Motor nach Diskrepanz einschalten

Vorgehen

Um den Motor wieder einzuschalten, gehen Sie folgendermaßen vor:

1. Beseitigen Sie die Diskrepanz.
2. Quittieren Sie die Diskrepanz-Meldung mit dem fehlersicheren Quittier-Signal über einen sicheren Eingang: F-DI = 0 → 1 → 0.

   Alternative: Power-On-Reset.
3. Quittieren Sie den Umrichter mit dem "Standard"-Quittier-Signal.
4. Geben Sie einen AUS1-Befehl vor (EIN/AUS1 = 0).
5. Schalten Sie den Motor ein (EIN/AUS1 = 1).

Sie haben die Diskrepanz-Meldung quittiert und den Motor wieder eingeschaltet.

6.5.5 Grenzwertverletzung bei aktivem SS1

Reaktion des Antriebs

Wenn die Bewegungsüberwachung bei aktivem SS1 einen Fehler feststellt, schaltet der Umrichter das Drehmoment des Motors sicher ab (STOP A).

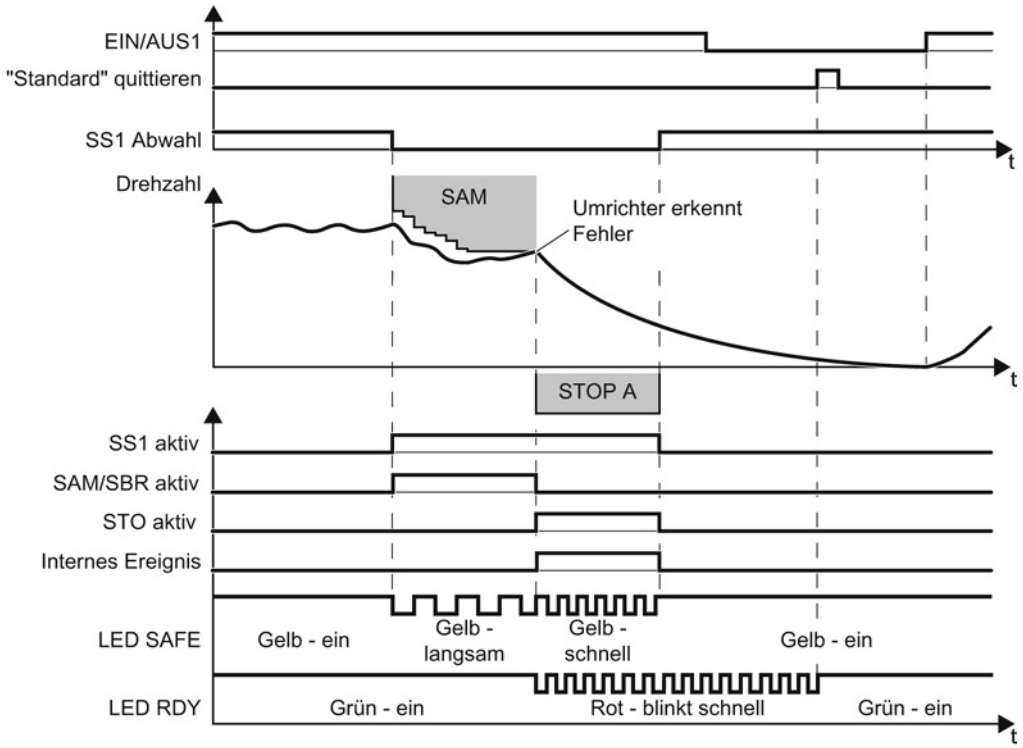


Bild 6-20 Allgemeines Fehlerverhalten der Sicherheitsfunktion SS1 (als Beispiel: SS1 mit Beschleunigungsüberwachung)

Motor nach internem Ereignis einschalten

Vorgehen

1
2

Um den Motor nach einem internen Ereignis während aktivem SS1 einzuschalten, gehen Sie folgendermaßen vor:

1. Wählen Sie die Funktion SS1 ab.
2. Geben Sie einen AUS1-Befehl vor (EIN/AUS1 = 0).
3. Quittieren Sie den Umrichter mit dem "Standard"-Quittier-Signal.
4. Schalten Sie den Motor wieder ein (EIN/AUS1 = 1).

Sie haben das interne Ereignis quittiert und den Motor wieder eingeschaltet.

6.6 Safely Limited Speed (SLS)

6.6.1 Übersicht

Was finden Sie in desem Kapitel?

In diesem Kapitel sind die relevanten Betriebsfälle der Funktion SLS beschrieben.

Tabelle 6- 5 Verhalten der Funktion SLS bei eingeschaltetem Motor (EIN/AUS1 = 1)

SLS an- und abwählen	→ SLS an- und abwählen bei eingeschaltetem Motor (Seite 180)
SLS-Stufen bei aktivem SLS umschalten	Von einer größeren SLS-Stufe auf eine kleinere SLS-Stufe (und umgekehrt) umschalten. → SLS-Stufen umschalten (Seite 186)
Diskrepanz im Eingangssignal	Der sichere Eingang zur Anwahl von SLS erkennt einen Fehler. → Reaktion auf eine Diskrepanz bei aktivem SLS (Seite 192)
Grenzwertverletzung	Die Drehzahl des Motors überschreitet den eingestellten SLS-Grenzwert. → Grenzwertverletzung bei aktivem SLS (Seite 194)

Tabelle 6- 6 Motor ein- und ausschalten bei aktiver oder nicht aktiver Funktion SLS

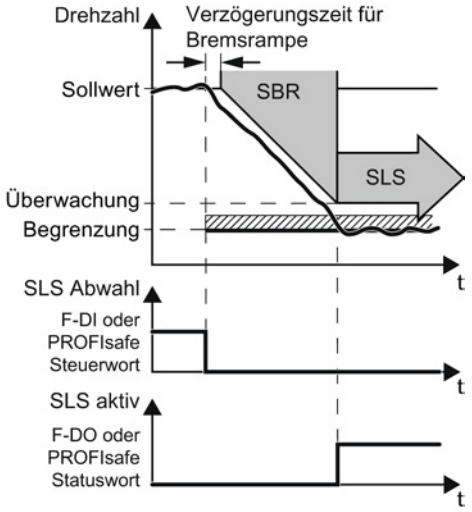
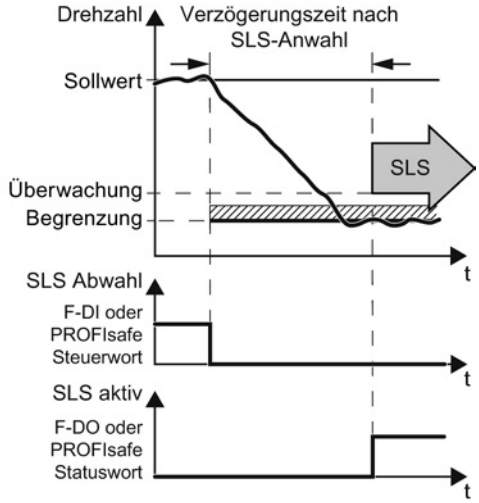
	Motor einschalten (EIN/AUS1 = 0 → 1)	**Motor ausschalten (EIN/AUS1, AUS2 oder AUS3 = 1 → 0)**
SLS ist nicht aktiv	Wenn SLS nicht aktiv ist, gibt es keine Einschränkungen für das Ein- und Ausschalten des Motors.	
SLS ist aktiv	Wenn Ihre Anwendung es erfordert, dass SLS immer aktiv bleibt, müssen Sie einige Besonderheiten beim Einschalten des Motors beachten. → Motor einschalten bei aktivem SLS (Seite 191).	Das Verhalten des Antriebs hängt davon ab, mit welchem Signal Sie den Motor ausschalten. → Motor ausschalten bei aktivem SLS (Seite 189)

6.6.2 SLS an- und abwählen bei eingeschaltetem Motor

SLS anwählen bei eingeschaltetem Motor

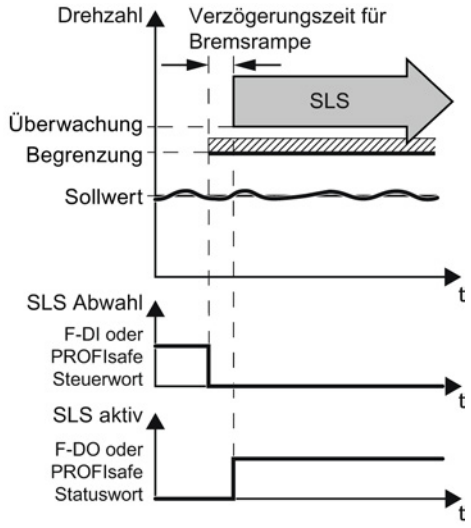
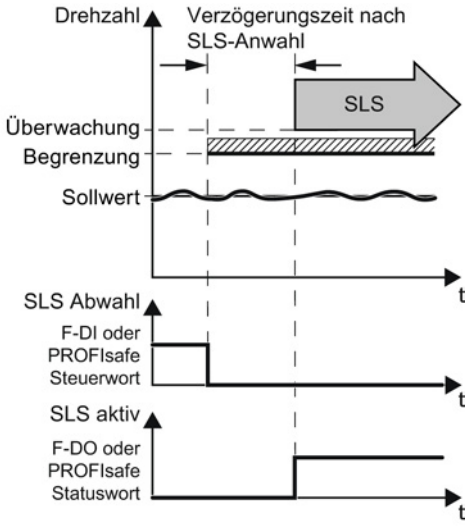
Sobald der Umrichter die Anwahl von SLS über einen sicheren Eingang oder über die sichere Kommunikation PROFIsafe erkennt, passiert Folgendes:

- Der Umrichter begrenzt die Drehzahl auf einen Wert unterhalb der SLS-Überwachung und bremst den Motor mit der AUS3-Rücklaufzeit.
- Sie können wählen, ob der Umrichter das Bremsen des Motors mit der Funktion SBR (Safe Brake Ramp) überwacht oder nicht.

Mit Bremsrampenüberwachung	Ohne Bremsrampenüberwachung
	
Nach der einstellbaren "Verzögerungszeit für Bremsrampe" überwacht der Umrichter mit der Funktion SBR (Safe Brake Ramp), ob sich die Drehzahl reduziert. Der Umrichter schaltet von SBR auf SLS um, sobald eine der beiden folgenden Bedingungen erfüllt ist: • Die SBR-Überwachungsrampe erreicht den Wert der Geschwindigkeitsüberwachung. Dieser Fall ist in der obigen Abbildung dargestellt. • Die aktuelle Lastdrehzahl erreicht den Wert der Geschwindigkeitsüberwachung und die "Verzögerungszeit für Bremsrampe" ist abgelaufen.	Der Umrichter überwacht die Lastdrehzahl nach Ablauf einer einstellbaren Verzögerungszeit.
Vorteile: • Der Umrichter erkennt bereits während des Bremsens, ob die Drehzahl der Last zu langsam abnimmt. • Die Rückmeldung "SLS aktiv" kommt in der Regel früher als mit der alternativen Beschleunigungsüberwachung.	Vorteil: • Die Inbetriebnahme vereinfacht sich, weil Sie statt der Teilfunktion SBR der alternativen Bremsrampenüberwachung nur die Verzögerungszeit einstellen müssen.

SLS anwählen bei kleiner Motordrehzahl

Wenn die Drehzahl des Motors bei Anwahl von SLS kleiner ist als die SLS-Begrenzung, verhält sich der Antrieb folgendermaßen:

Mit Bremsrampenüberwachung	Ohne Bremsrampenüberwachung
	
Der Umrichter überwacht die Drehzahl nach der "Verzögerungszeit für Bremsrampe".	Der Umrichter überwacht die Lastdrehzahl nach Ablauf einer einstellbaren Verzögerungszeit.

SLS abwählen

Wenn die übergeordnete Steuerung SLS abwählt, deaktiviert der Umrichter Begrenzung und Überwachung.

6.6.2.1 SLS mit Bremsrampenüberwachung

SLS an- und abwählen

Wenn die Maschinensteuerung die Sicherheitsfunktion SLS über einen sicheren Eingang oder über die sichere Kommunikation PROFIsafe anwählt, verhält sich der Motor Motor je nach Betrag der Lastdrehzahl unterschiedlich. Im Folgenden werden die beiden Fälle beschrieben.

Fall 1: Der Betrag der Lastdrehzahl ist kleiner als die Sollgeschwindigkeitsbegrenzung

Funktion

1. Der Motor folgt weiterhin dem Drehzahlsollwert.
2. Der Umrichter überwacht die Drehzahl nach Ablauf der Verzögerungszeit.

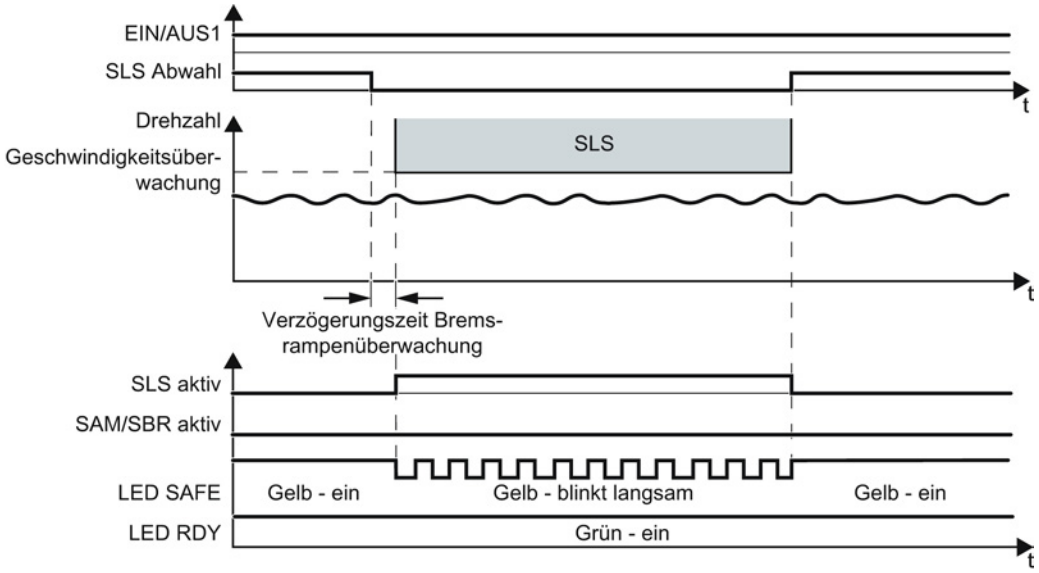


Bild 6-21 Anwahl und Abwahl der Sicherheitsfunktion SLS bei geringer Drehzahl

Fall 2: Der Betrag der Lastdrehzahl ist größer als die Sollgeschwindigkeitsbegrenzung

Funktion

1. Der Umrichter bremst den Motor.
2. Der Umrichter überwacht die Drehzahl nach Ablauf der Verzögerungszeit.
3. Wenn Sie SLS abwählen, beschleunigt der Motor wieder auf den Drehzahlsollwert.

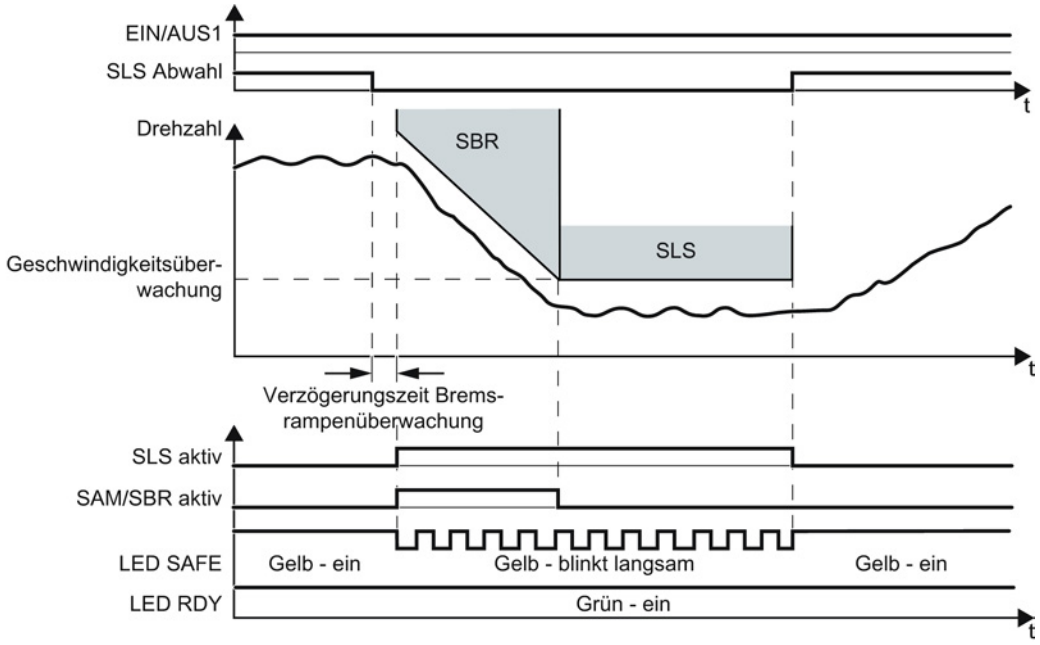


Bild 6-22 Anwahl und Abwahl der Sicherheitsfunktion SLS bei hoher Drehzahl

6.6.2.2 SLS ohne Bremsrampenüberwachung

SLS an- und abwählen

Wenn die Maschinensteuerung die Sicherheitsfunktion SLS über einen sicheren Eingang oder über die sichere Kommunikation PROFIsafe anwählt, verhält sich der Motor Motor je nach Betrag der Lastdrehzahl unterschiedlich. Im Folgenden werden die beiden Fälle beschrieben.

Fall 1: Der Betrag der Lastdrehzahl ist kleiner als die Sollgeschwindigkeitsbegrenzung

Funktion

1. Der Motor folgt weiterhin dem Drehzahlsollwert.
2. Der Umrichter überwacht die Drehzahl nach Ablauf der Verzögerungszeit.

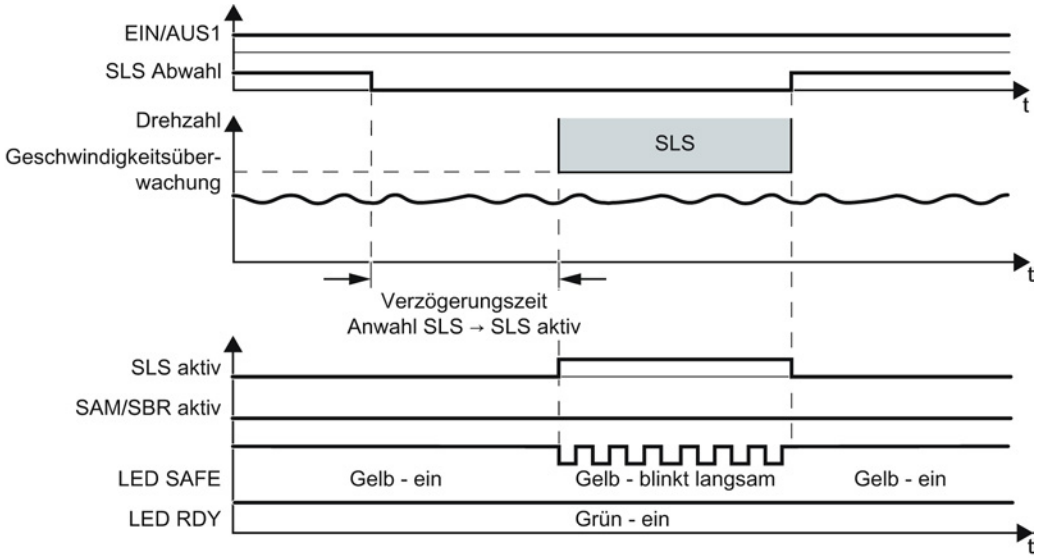


Bild 6-23 Anwahl und Abwahl der Sicherheitsfunktion SLS bei geringer Drehzahl

Fall 2: Der Betrag der Lastdrehzahl ist größer als die Überwachungsgrenze

Funktion

1. Der Umrichter bremst den Motor.
2. Der Umrichter überwacht die Drehzahl nach Ablauf der Verzögerungszeit.
3. Wenn Sie SLS abwählen, beschleunigt der Motor wieder auf den Drehzahlsollwert.

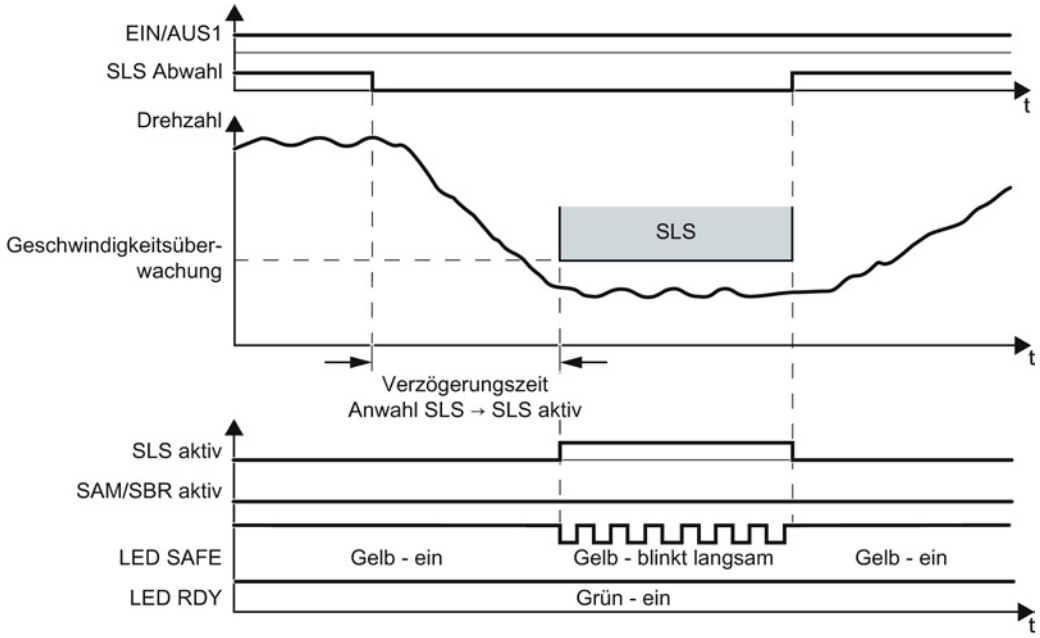


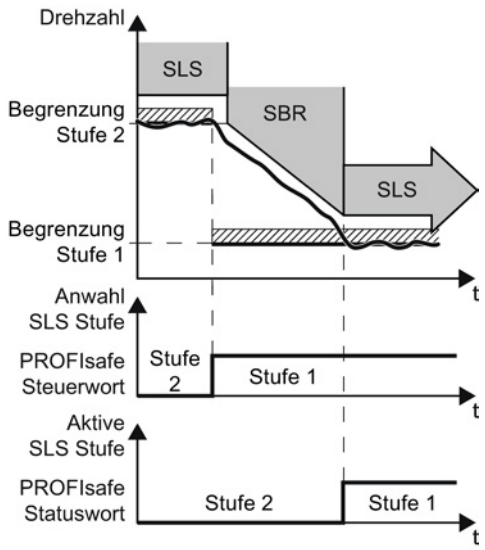
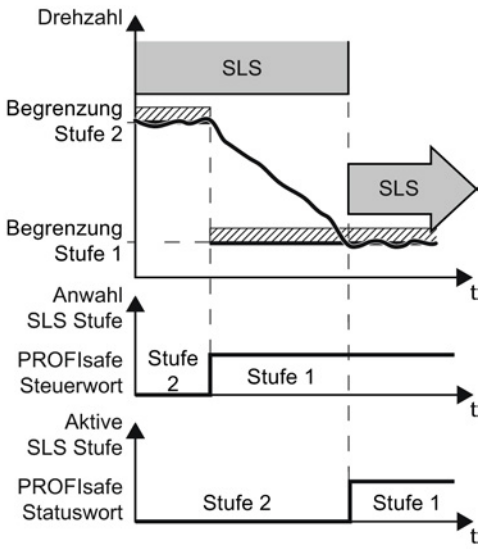
Bild 6-24 Anwahl und Abwahl der Sicherheitsfunktion SLS bei hoher Drehzahl

6.6.3 SLS-Stufen umschalten

Übersicht

Bei aktivem SLS können Sie über PROFIsafe zwischen vier unterschiedlichen Geschwindigkeitsstufen umschalten.

Das Verhalten des Antriebs beim Umschalten auf eine kleinere SLS-Stufe hängt davon ab, ob Sie SLS mit oder ohne Bremsrampenüberwachung gewählt haben.

Mit Bremsrampenüberwachung	Ohne Bremsrampenüberwachung
	
Der Umrichter überwacht das Bremsen des Motors mit der Funktion SBR (Safe Brake Ramp).	Der Umrichter schaltet nach einer einstellbaren Zeit die SLS-Überwachung von der größeren SLS-Stufe auf die kleinere SLS-Stufe um.

6.6.3.1 SLS mit Bremsrampenüberwachung

SLS-Stufe umschalten

Bei aktivem SLS können Sie zwischen vier unterschiedlichen Geschwindigkeitsüberwachungen (SLS-Stufen) umschalten.

Hinweis

Das Umschalten der SLS-Stufen ist nur über PROFIsafe mit dem Steuerwort 1 möglich.
Siehe auch Abschnitt: Steuerwort 1 und Zustandswort 1 (Erweiterte Funktionen) (Seite 46).

Funktion

Wenn Sie von einer größeren auf eine kleinere Geschwindigkeitsüberwachung (SLS-Stufe) umschalten, passiert Folgendes:

1. Der Umrichter bremst den Motor.
2. Der Umrichter überwacht nach Ablauf der Verzögerungszeit die Drehzahl des Motors mit der Funktion SBR (Safe Safe Brake Ramp).
3. Der Umrichter schaltet von der SBR-Überwachung auf die SLS-Überwachung um, sobald eine der beiden folgenden Bedingungen erfüllt ist:
   - Die SBR-Überwachungsrampe erreicht den Wert der SLS-Überwachung. Dieser Fall ist in der obigen Abbildung dargestellt.
   - Die Lastdrehzahl ist auf den Wert SLS-Überwachung reduziert und die "Verzögerungszeit für Bremsrampe" ist abgelaufen.

Wenn Sie von einer der kleineren auf die größere Geschwindigkeitsüberwachung umschalten, überwacht der Umrichter die Drehzahl sofort mit der größeren SLS-Stufe.

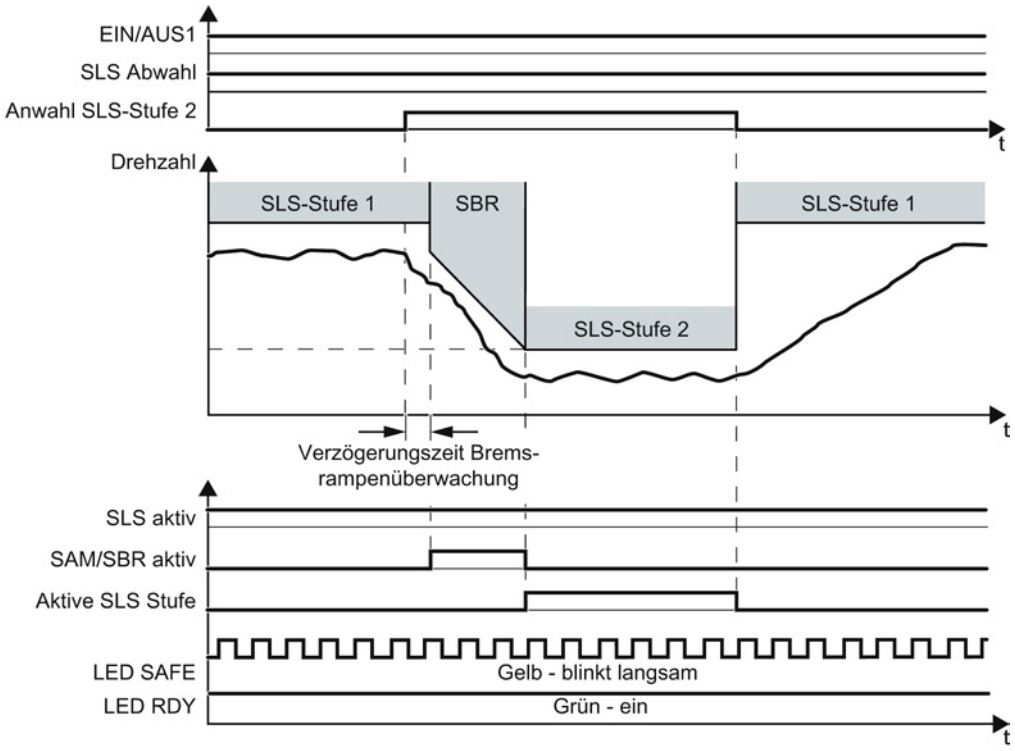


Bild 6-25 Umschalten zwischen unterschiedlichen Überwachungsgrenzen

Der Umrichter meldet die aktive SLS-Stufe über PROFIsafe an die übergeordnete Steuerung. Siehe auch Abschnitt: Steuerwort 1 und Zustandswort 1 (Erweiterte Funktionen) (Seite 46).

6.6.3.2 SLS ohne Bremsrampenüberwachung

SLS-Stufe umschalten

Bei aktivem SLS können Sie zwischen vier unterschiedlichen Geschwindigkeitsüberwachungen (SLS-Stufen) umschalten.

Hinweis

Das Umschalten der SLS-Stufen ist nur über PROFIsafe mit dem Steuerwort 1 möglich. Siehe auch Abschnitt: Steuerwort 1 und Zustandswort 1 (Erweiterte Funktionen) (Seite 46).

Funktion

Wenn Sie von einer größeren auf eine kleinere Geschwindigkeitsüberwachung (SLS-Stufe) schalten, passiert Folgendes:

1. Der Umrichter bremst den Motor.
2. Der Umrichter überwacht die Drehzahl nach Ablauf der Verzögerungszeit mit der kleineren Geschwindigkeitsüberwachung.

Wenn Sie von einer der kleineren auf die größere Geschwindigkeitsüberwachung umschalten, überwacht der Umrichter die Drehzahl sofort mit der größeren SLS-Stufe.

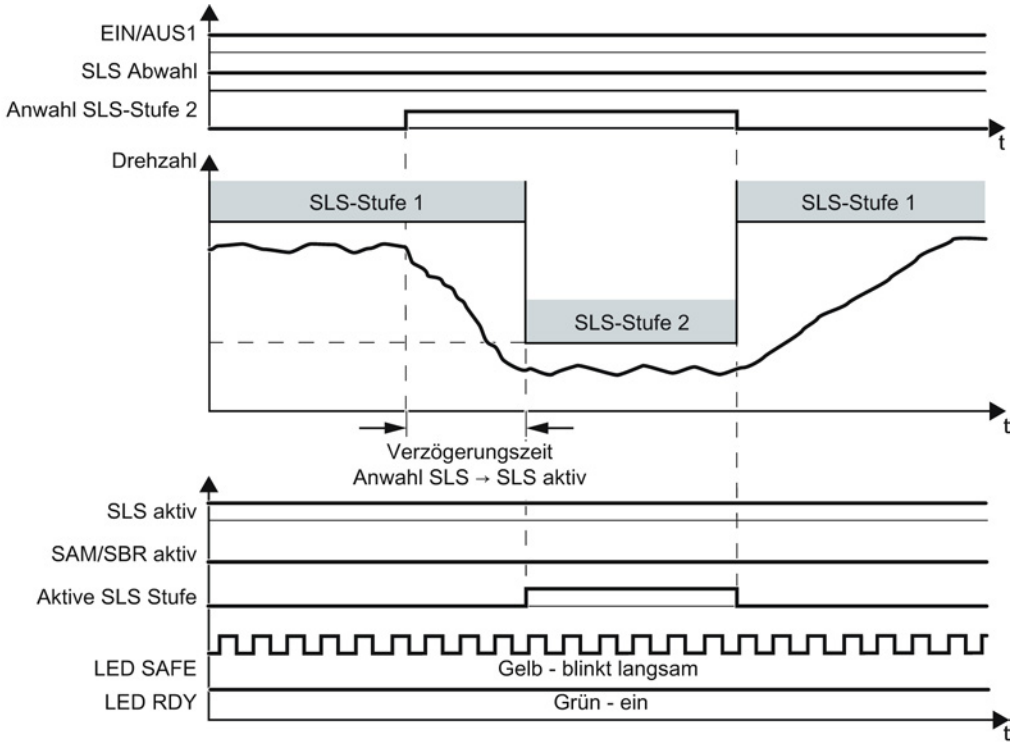


Bild 6-26 Umschalten zwischen unterschiedlichen Überwachungsgrenzen

Der Umrichter meldet die aktive SLS-Stufe über PROFIsafe an die übergeordnete Steuerung. Siehe auch Abschnitt: Steuerwort 1 und Zustandswort 1 (Erweiterte Funktionen) (Seite 46).

6.6.4 Motor ausschalten bei aktivem SLS

Beschreibung

Wenn Sie den Motor bei aktiver Sicherheitsfunktion SLS mit dem AUS1- oder AUS3-Befehl ausschalten, z. B. beim Erreichen von Endlagenschaltern, passiert Folgendes:

1. Der Umrichter bremst den Motor mit der AUS1- bzw. AUS3-Rücklaufzeit.
2. Der Umrichter überwacht auch während des Bremsvorgangs die Motordrehzahl.
3. Der Umrichter schaltet das Drehmoment des Motors beim Erreichen der Stillstandüberwachung mit der Sicherheitsfunktion STO sicher ab.
4. Der Motor läuft bis zum Stillstand aus.

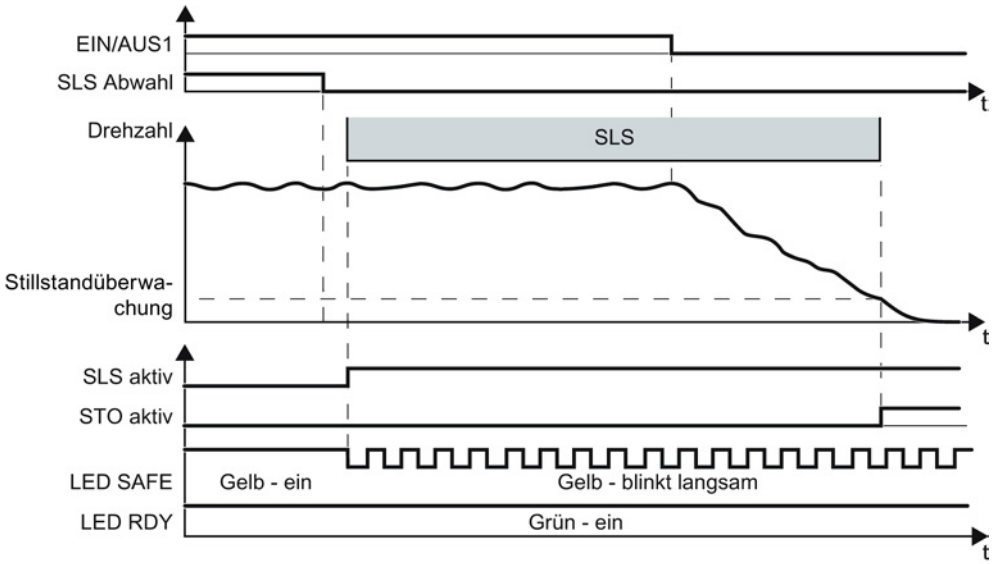


Bild 6-27 AUS1-Befehl bei aktiver Sicherheitsfunktion SLS

Wenn Sie den Motor mit dem AUS2-Befehl ausschalten, schaltet der Umrichter das Drehmoment des Motors sofort mit der Sicherheitsfunktion STO sicher ab.

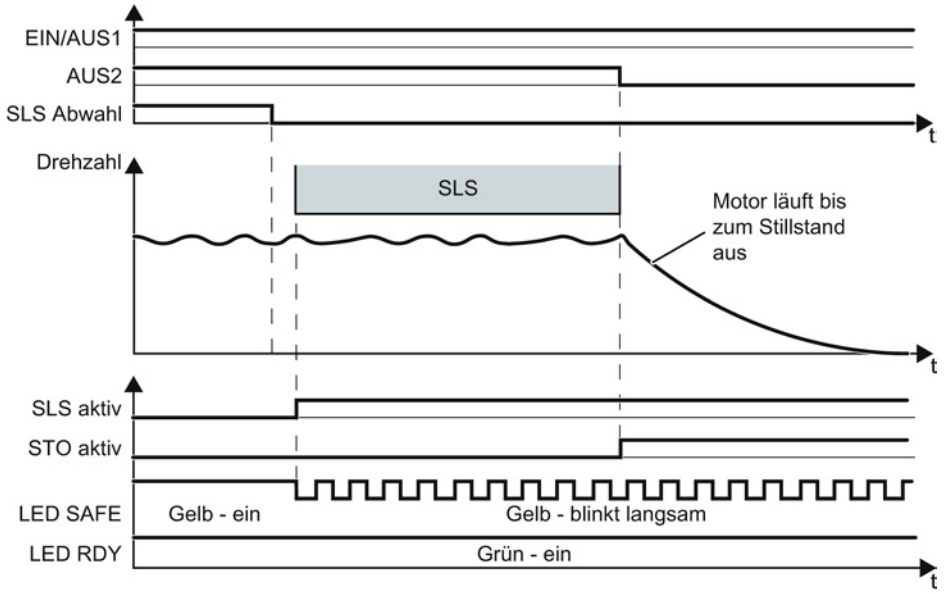


Bild 6-28 AUS2-Befehl während aktiver Sicherheitsfunktion SLS

6.6.5 Motor einschalten bei aktivem SLS

Motor einschalten

Vorgehen

1
2

Um den Motor bei aktivem SLS einzuschalten, gehen Sie folgendermaßen vor:

1. Wählen Sie STO (oder SS1) an.
2. Wählen Sie STO (oder SS1) ab.
3. Warten Sie nach STO-Abwahl, bis der Umrichter "einschaltbereit" ist.

   Alternative: Warten Sie nach STO-Abwahl eine bestimmte Zeit bis zum Einschalten. Wir empfehlen Ihnen eine Wartezeit von 200 ms.
4. Schalten Sie den Motor innerhalb von 5 s nach STO-Abwahl ein (EIN-Befehl).

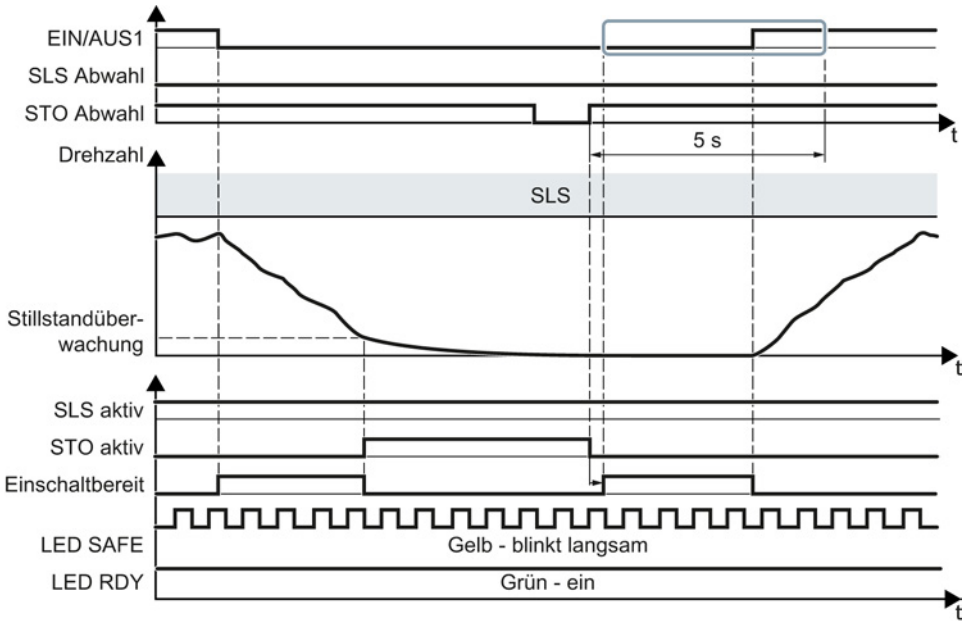


Bild 6-29 Motor aus- und einschalten (EIN/AUS1) bei aktivem SLS

Sie haben den Motor eingeschaltet.

Sie haben den Motor nicht innerhalb der 5 Sekunden eingeschaltet

Wenn Sie den Motor nicht innerhalb der 5 Sekunden nach STO-Abwahl einschalten, passiert Folgendes:

- Der Umrichter geht erneut in den Zustand STO.
- Der Umrichter reagiert nicht mehr auf den EIN-Befehl.
- Der Umrichter meldet die Warnung A01795.

Um den Motor einzuschalten, müssen Sie das oben beschriebene Vorgehen wiederholen.

6.6.6 Reaktion auf eine Diskrepanz bei aktivem SLS

Reaktion des Antriebs

Auf eine Diskrepanz am sicheren Eingang reagiert der Umrichter mit der aktiven Sicherheitsfunktion SLS.

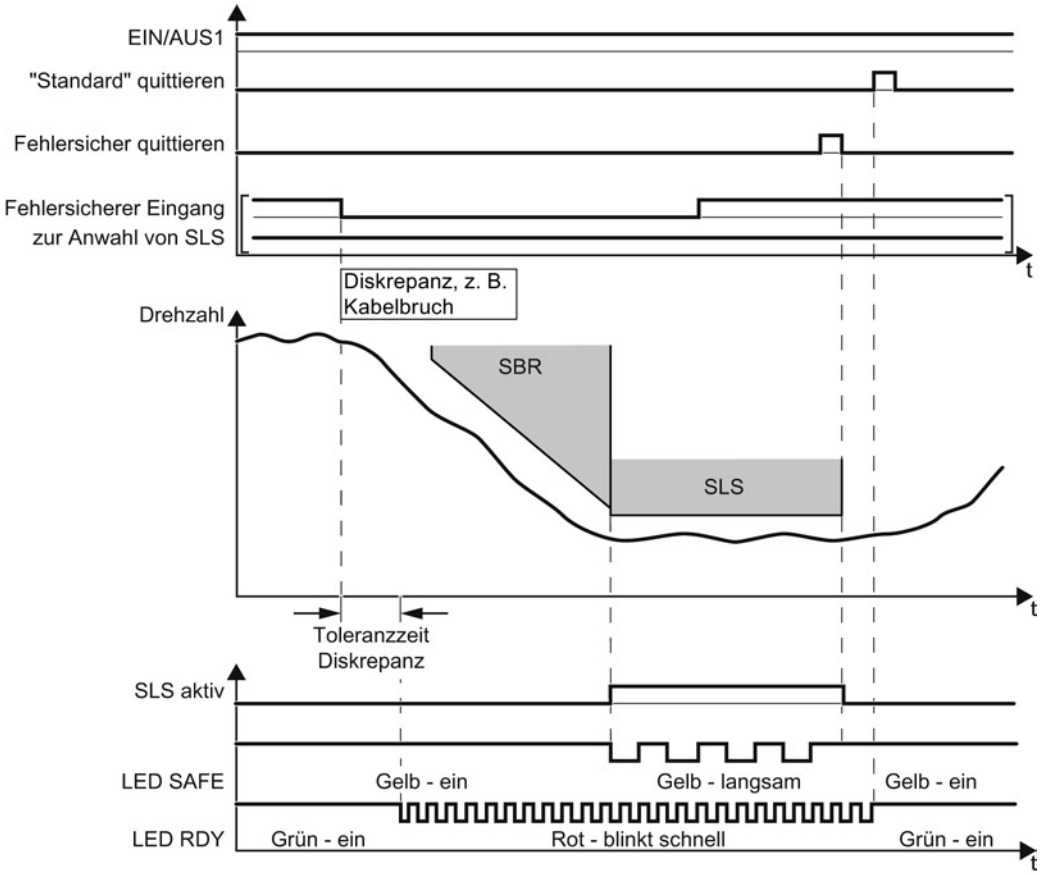


Bild 6-30 Verhalten des Umrichters bei Diskrepanz des Eingangssignals für SLS

Der Umrichter setzt das Fehlerbit der Sicherheitsfunktionen (= internes Ereignis) nicht.

Nach Ablauf der Toleranzzeit meldet der Umrichter die Diskrepanz (Warnung C01770 oder C30770). Die Funktion SLS bleibt aktiv und der Motor bleibt eingeschaltet.

Unabhängig von den anliegenden Spannungspegeln setzt der Umrichter die Auswertung des diskrepanten F-DI in den sicheren Zustand (=Null), bis Sie den Umrichter über ein fehlersicheres Signal oder über einen Power-On-Reset quittieren.

SLS nach Diskrepanz abwählen

Vorgehen

Um SLS abzuwählen, gehen Sie folgendermaßen vor:

1. Beseitigen Sie die Diskrepanz.
2. Quittieren Sie die Diskrepanz-Meldung mit dem fehlersicheren Quittier-Signal über einen sicheren Eingang: F-DI = 0 → 1 → 0.

   Alternativ lässt sich die Meldung über eine der folgenden Weisen quittieren. Allerdings stoppt der Antrieb in diesen Fällen:

   – Wählen Sie die Funktion STO an und wieder ab: F-DI = 1 → 0 → 1.
   – Wählen Sie die Funktion SS1 an und wieder ab: F-DI = 1 → 0 → 1.
   – Schalten Sie die Versorgungsspannung des Umrichters aus und wieder ein (Power-ON-Reset).
3. Quittieren Sie den Umrichter mit dem "Standard"-Quittier-Signal.

Sie haben die Diskrepanz-Meldung quittiert und SLS abgewählt.

6.6.7 Grenzwertverletzung bei aktivem SLS

Reaktion des Antriebs

Wenn die Bewegungsüberwachung bei aktivem SLS einen Fehler feststellt, reagiert der Umrichter entweder mit einem STOP A oder einem STOP B. Sie wählen die Reaktion des Umrichters während der Inbetriebnahme. Die unterschiedlichen STOP-Varianten finden Sie im Abschnitt Stopp-Reaktionen (Seite 217).

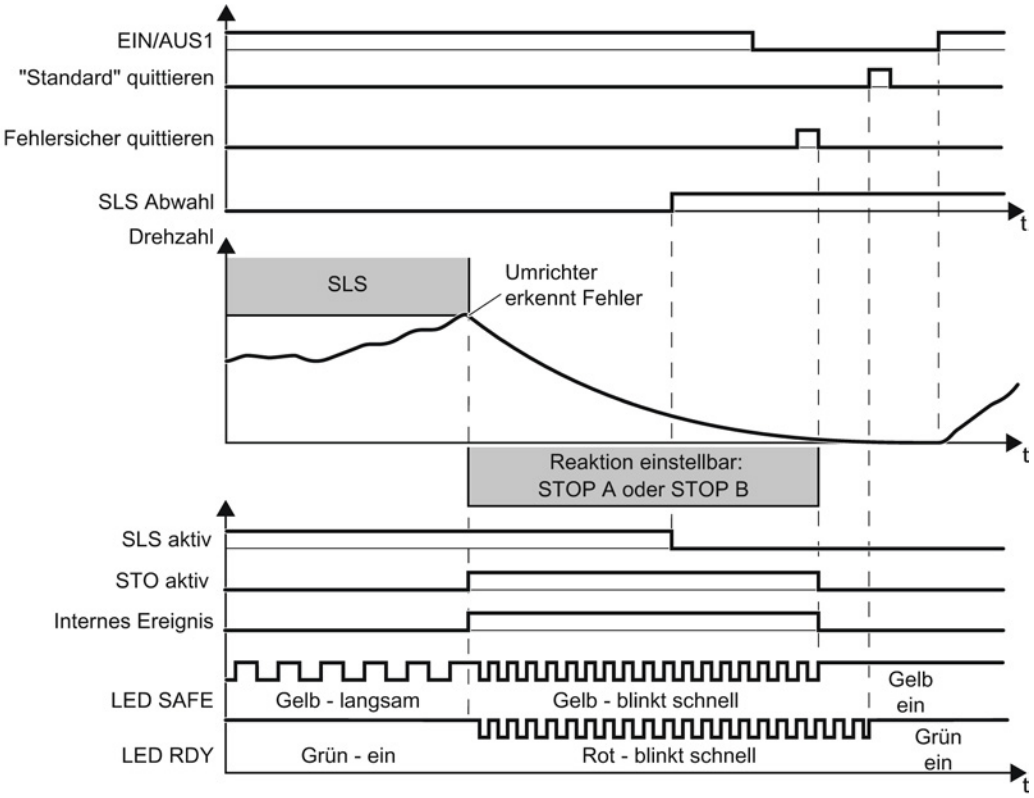


Bild 6-31 Grenzwertverletzung der Sicherheitsfunktion SLS. Beispiel mit STOP A als Fehlerreaktion

Motor nach internem Ereignis einschalten

Vorgehen

Um den Motor nach einem internen Ereignis während aktivem SLS einzuschalten, gehen Sie folgendermaßen vor:

1. Wählen Sie die Funktion SLS ab.
2. Geben Sie einen AUS1-Befehl vor (EIN/AUS1 = 0).
3. Quittieren Sie das interne Ereignis auf eine der folgenden Weisen:
   - Fehlersicher quittieren über PROFIsafe Steuerwort 0, Bit 7 = 0 → 1 → 0.
   - Fehlersicheres Quittier-Signal über einen sicheren Eingang: F-DI = 0 → 1 → 0.
   - Wählen Sie die Funktion STO an und wieder ab (PROFIsafe Steuerwort 0, Bit 0 oder F-DI: 1 → 0 → 1).
   - Wählen Sie die Funktion SS1 an und wieder ab (PROFIsafe Steuerwort 0, Bit 1 oder F-DI: 1 → 0 → 1).
   - Schalten Sie die Versorgungsspannung des Umrichters aus und wieder ein (Power-ON-Reset).
4. Quittieren Sie den Umrichter mit dem "Standard"-Quittier-Signal.
5. Schalten Sie den Motor ein (EIN/AUS1 = 1).

Sie haben das interne Ereignis quittiert und den Motor wieder eingeschaltet.

6.7 Safe Speed Monitor (SSM)

6.7.1 Übersicht

Was finden Sie in desem Kapitel?

In diesem Kapitel sind die relevanten Betriebsfälle der Funktion SSM beschrieben.

Tabelle 6- 7 Verhalten der Funktion SSM bei eingeschaltetem Motor (EIN/AUS1 = 1)

Rückmeldung	Die Funktion SSM meldet, ob die Drehzahl des Motors oberhalb oder unterhalb des eingestellten SSM-Grenzwert ist. → Aktives SSM bei eingeschaltetem Motor (Seite 197)

Tabelle 6- 8 Motor ein- und ausschalten bei aktiver oder nicht aktiver Funktion SSM

	Motor einschalten (EIN/AUS1 = 0 → 1)	Motor ausschalten (EIN/AUS1, AUS2 oder AUS3 = 1 → 0)
SSM ist nicht aktiv	Wenn SSM nicht aktiv ist, gibt es keine Einschränkungen für das Ein- und Ausschalten des Motors.	
SSM ist aktiv	Wenn SSM aktiv ist, müssen Sie einige Besonderheiten beim Einschalten des Motors beachten. → Motor einschalten bei aktivem SSM (Seite 203).	Das Verhalten des Antriebs hängt davon ab, mit welchem Signal Sie den Motor ausschalten. → Motor ausschalten bei aktivem SSM (Seite 198)

6.7.2 Aktives SSM bei eingeschaltetem Motor

Beschreibung

Die Sicherheitsfunktion SSM lässt sich nicht durch externe Steuersignale an- oder abwählen. SSM ist aktiv, wenn alle folgenden Bedingungen erfüllt sind:

- Sie haben eine oder mehrere erweiterte Sicherheitsfunktionen freigegeben.
- Sie haben für die Funktion SSM eine Überwachungsgeschwindigkeit > 0 eingestellt.

Bevor Sie den Motor nach einem Power-On-Reset zum ersten Mal einschalten, ist die Rückmeldung "Drehzahl unter Grenzwert" der Funktion SSM grundsätzlich gleich 0.

Wenn der Motor eingeschaltet ist, vergleicht der Umrichter die Lastdrehzahl mit der Geschwindigkeitsgrenze.

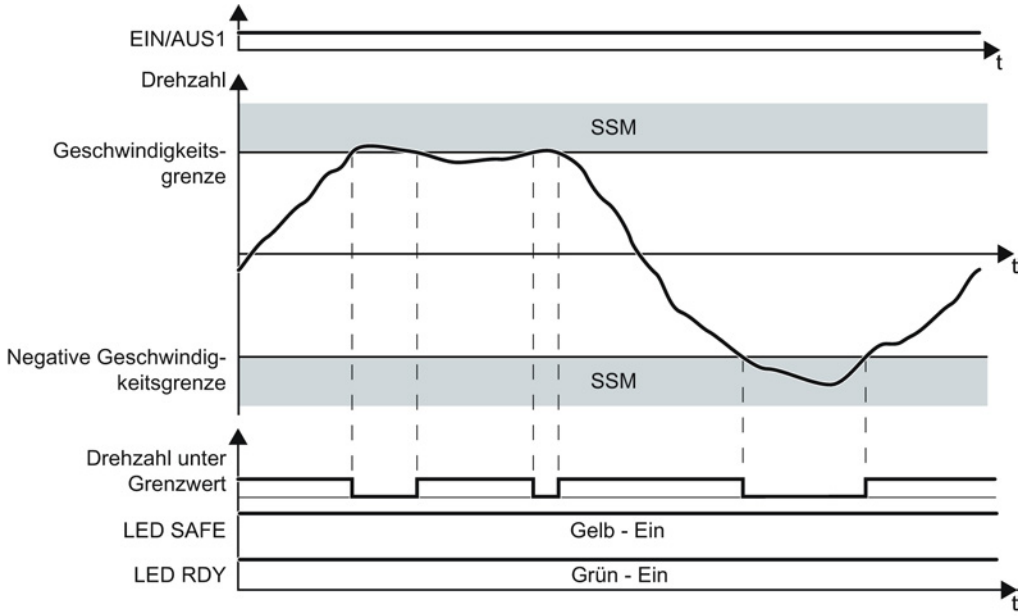


Bild 6-32 Zeitverhalten der Sicherheitsfunktion SSM (Safe Speed Monitor)

6.7.3 Motor ausschalten bei aktivem SSM

Beschreibung

Wenn Sie den Motor bei aktiver Sicherheitsfunktion SSM mit dem AUS1- oder AUS3-Befehl ausschalten, z. B. beim Erreichen von Endlagenschaltern, passiert Folgendes:

1. Der Umrichter bremst den Motor mit der AUS1- bzw. AUS3-Rücklaufzeit.
2. Der Umrichter überwacht auch während des Bremsvorgangs die Motordrehzahl.

Je nach Drehzahl im Moment des Ausschaltens verhält sich der Umrichter unterschiedlich.

Drehzahl ist beim Ausschalten kleiner als SSM-Grenzwert

Sie können das Verhalten des Umrichters nach dem Ausschalten des Motors auf zwei unterschiedliche Arten einstellen:

1. Rückmeldung "SSM aktiv" bei Impulssperre *bleibt aktiv:*

   Wenn der Motor ausgeschaltet ist, verhindert der Umrichter durch die Vorgabe von STO das Beschleunigen des Motors. Bei ausgeschaltetem Motor ist "Status SSM" = 1.

2. Rückmeldung "SSM aktiv" bei Impulssperre *wird inaktiv:*

   Bei ausgeschaltetem Motor setzt der Umrichter "Status SSM" = 0.

Mit dem AUS1- oder AUS3-Befehl bremst der Umrichter den Motor bis zur Stillstandüberwachung und schaltet ihn dann aus.

Wenn die Rückmeldung "SSM aktiv" bei Impulssperre aktiv bleibt, schaltet der Umrichter das Drehmoment des Motors mit der Sicherheitsfunktion STO sicher ab.

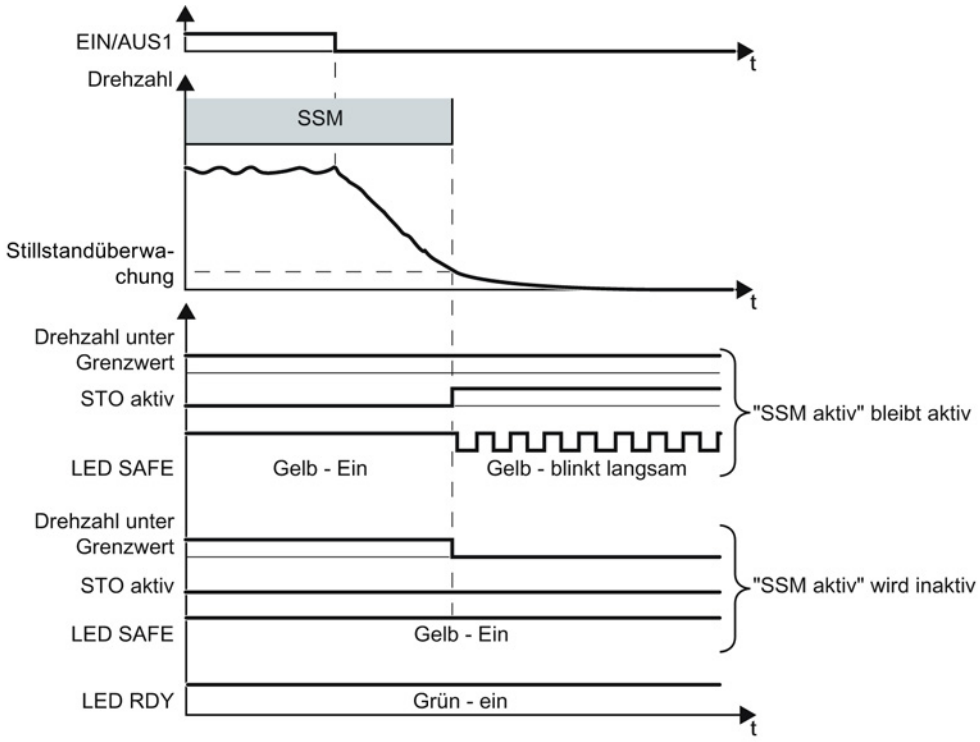


Bild 6-33 AUS1-Befehl bei aktiver Sicherheitsfunktion SSM

Mit dem AUS2-Befehl schaltet der Umrichter den Motor sofort aus.

Wenn die Rückmeldung "SSM aktiv" bei Impulssperre aktiv bleibt, schaltet der Umrichter das Drehmoment des Motors mit der Sicherheitsfunktion STO sicher ab.

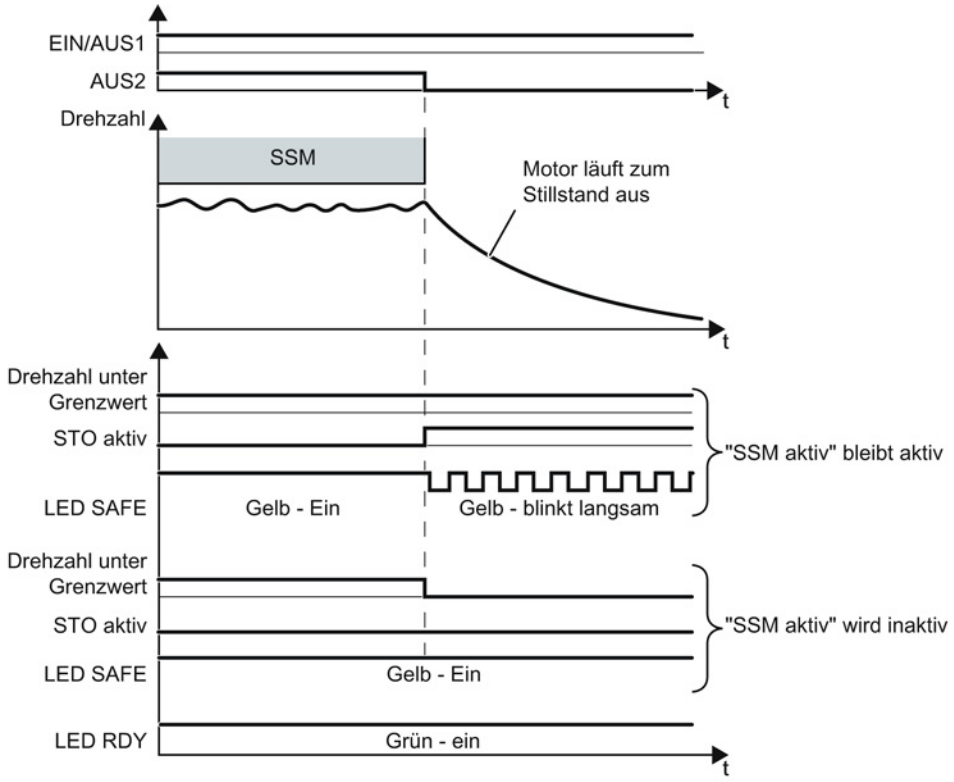


Bild 6-34 AUS2-Befehl bei aktiver Sicherheitsfunktion SSM

Drehzahl ist beim Ausschalten größer als SSM-Grenzwert

Mit dem AUS1- oder AUS3-Befehl bremst der Umrichter den Motor bis zur Stillstandüberwachung und schaltet ihn dann aus.

Wenn die Rückmeldung "SSM aktiv" bei Impulssperre aktiv bleibt, schaltet der Umrichter das Drehmoment des Motors mit der Sicherheitsfunktion STO sicher ab.

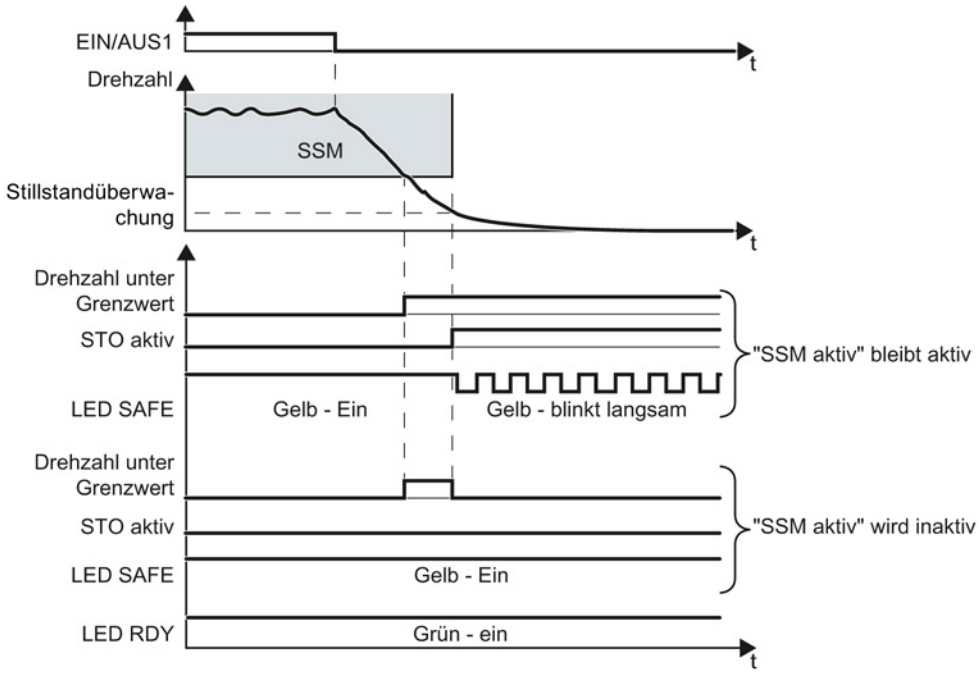


Bild 6-35 AUS1-Befehl bei aktiver Sicherheitsfunktion SSM

Mit dem AUS2-Befehl schaltet der Umrichter den Motor sofort aus.

Wenn die Rückmeldung "SSM aktiv" bei Impulssperre aktiv bleibt, schaltet der Umrichter das Drehmoment des Motors mit der Sicherheitsfunktion STO sicher ab.

Die Rückmeldung "SSM aktiv" bleibt = 0.

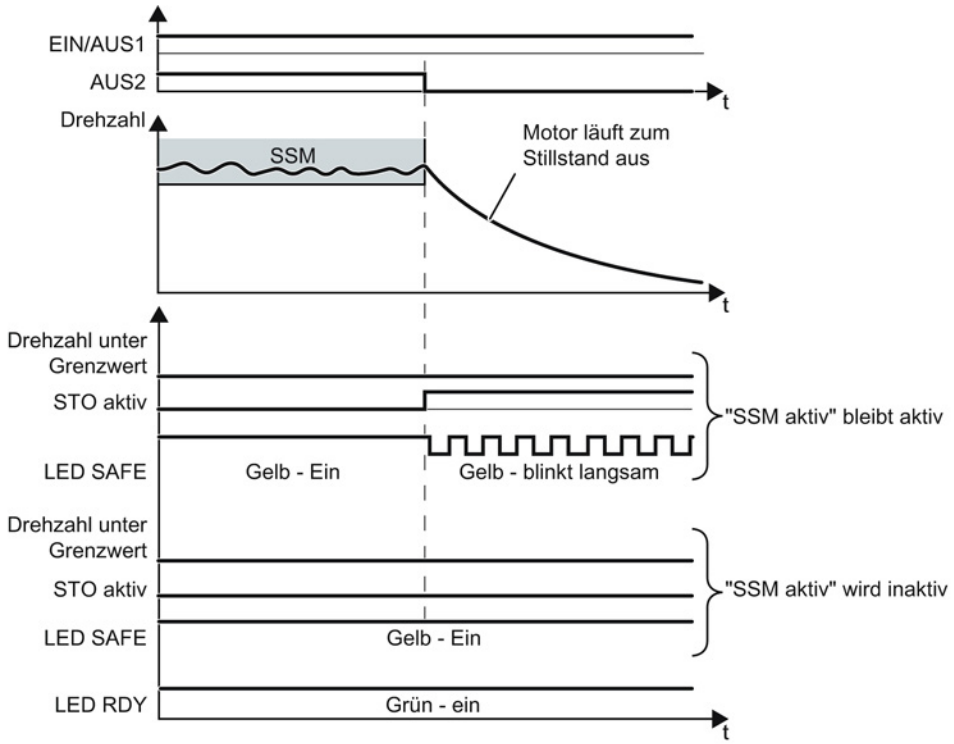


Bild 6-36 AUS2-Befehl bei aktiver Sicherheitsfunktion SSM

6.7.4 Motor einschalten bei aktivem SSM

Das Vorgehen zum Einschalten des Motors hängt davon ab, wie Sie die Funktion SSM eingestellt haben.

Die Rückmeldung "SSM aktiv" bei Impulssperre wird inaktiv

Mit dieser Einstellung beeinflusst die Funktion SSM das Einschalten des Motors nicht. Wenn Sie den Motor einschalten, ist SSM aktiv.

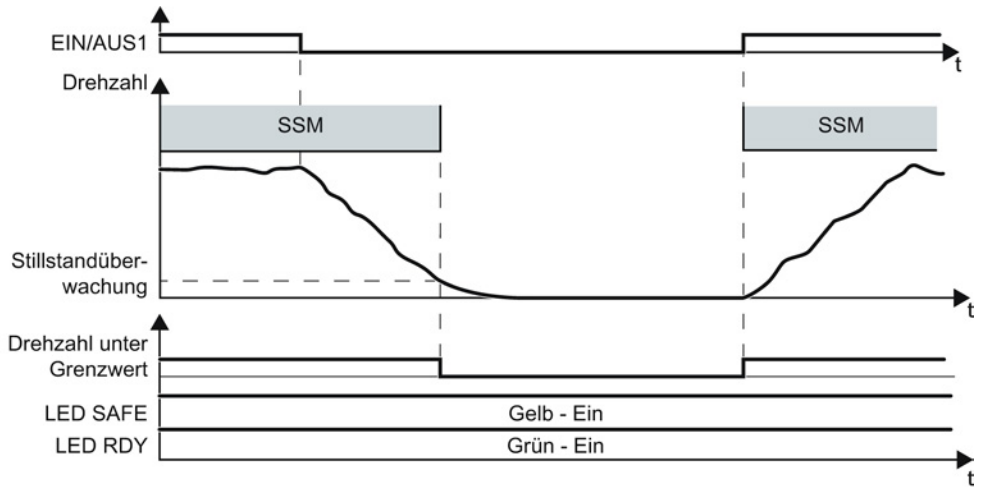


Bild 6-37 Motor einschalten bei aktivem SSM, Unterbrechung von SSM

Die Rückmeldung "SSM aktiv" bei Impulssperre bleibt aktiv

Mit dieser Einstellung müssen Sie einen bestimmten Ablauf vor dem Einschalten des Motors einhalten.

Vorgehen

Um den Motor einzuschalten, gehen Sie folgendermaßen vor:

1. Wählen Sie STO (oder SS1) nach dem Ausschalten des Motors an.
2. Wählen Sie STO (oder SS1) wieder ab, bevor Sie den Motor einschalten.

3. Warten Sie nach STO-Abwahl, bis der Umrichter "einschaltbereit" ist.

   Alternative: Warten Sie nach STO-Abwahl eine bestimmte Zeit bis zum Einschalten. Wir empfehlen Ihnen eine Wartezeit von 200 ms.

4. Schalten Sie den Motor innerhalb von 5 s nach STO-Abwahl ein (EIN-Befehl).

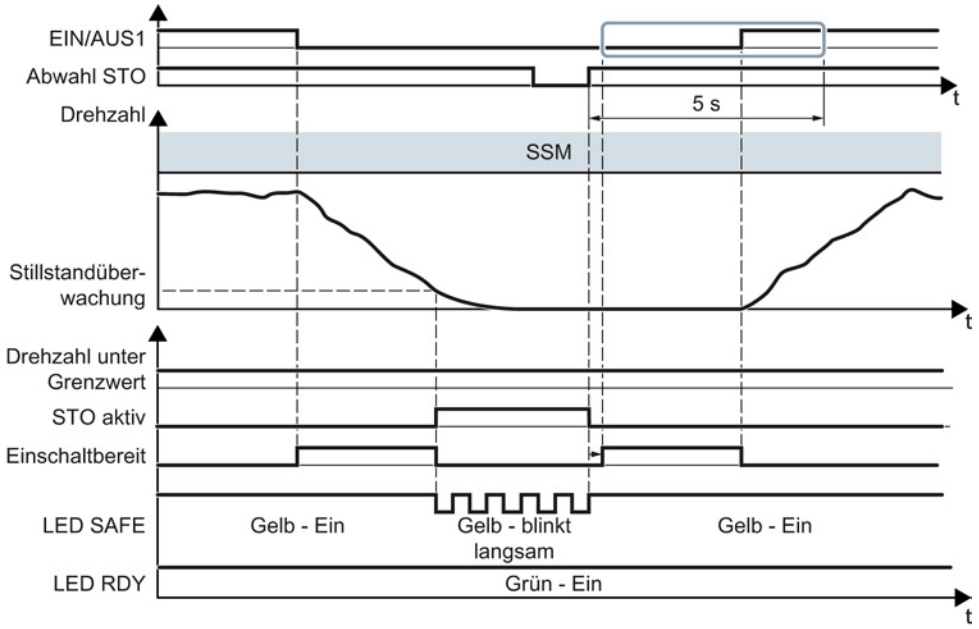


Bild 6-38 Motor einschalten bei aktivem SSM

Sie haben den Motor eingeschaltet.

Sie haben den Motor nicht innerhalb der 5 Sekunden eingeschaltet

Wenn Sie den Motor nicht innerhalb der 5 Sekunden nach STO-Abwahl einschalten, passiert Folgendes:

- Der Umrichter geht erneut in den Zustand STO.
- Der Umrichter reagiert nicht mehr auf den EIN-Befehl.
- Der Umrichter meldet die Warnung A01795.

Um den Motor einzuschalten, müssen Sie das oben beschriebene Vorgehen wiederholen.

6.8 Safe Direction (SDI)

6.8.1 Übersicht

Was finden Sie in desem Kapitel?

In diesem Kapitel sind die relevanten Betriebsfälle der Funktion SDI beschrieben.

Tabelle 6- 9 Verhalten der Funktion SDI bei eingeschaltetem Motor (EIN/AUS1 = 1)

SDI an- und abwählen	→ SDI an- und abwählen bei eingeschaltetem Motor (Seite 206)
Diskrepanz im Eingangssignal	Der sichere Eingang zur Anwahl von SDI erkennt einen Fehler. → Reaktion auf eine Diskrepanz bei aktivem Safe Direction (SDI) (Seite 211)
Grenzwertverletzung	Der Motor dreht in die überwachte RIchtung. → Grenzwertverletzung bei aktivem Safe Direction (SDI) (Seite 213)

Tabelle 6- 10 Motor ein- und ausschalten bei aktiver oder nicht aktiver Funktion SDI

	Motor einschalten (EIN/AUS1 = 0 → 1)	**Motor ausschalten (EIN/AUS1, AUS2 oder AUS3 = 1 → 0)**
SDI ist nicht aktiv	Wenn SDI nicht aktiv ist, gibt es keine Einschränkungen für das Ein- und Ausschalten des Motors.	
SDI ist aktiv	Wenn Ihre Anwendung es erfordert, dass SDI immer aktiv bleibt, müssen Sie einige Besonderheiten beim Einschalten des Motors beachten. → Motor einschalten bei aktivem SDI (Seite 209).	Das Verhalten des Antriebs hängt davon ab, mit welchem Signal Sie den Motor ausschalten. → Motor ausschalten bei aktivem SDI (Seite 207)

6.8.2 SDI an- und abwählen bei eingeschaltetem Motor

SDI anwählen

Funktion

1. Die übergeordnete Steuerung wählt die Sicherheitsfunktion SDI über einen sicheren Eingang oder über die sichere Kommunikation PROFIsafe an.
2. Der Umrichter begrenzt die Drehzahl auf die erlaubte Drehrichtung. Wenn der Motor bei Anwahl von SDI in die unerlaubte Richtung dreht, bremst der Umrichter den Motor bis zum Stillstand.
3. Nach Ablauf der Verzögerungszeit überwacht der Umrichter die gewählte Drehrichtung des Motors.

   Der Umrichter toleriert kurzzeitige Bewegungen in die überwachte Drehrichtung bis zu einem einstellbaren Drehwinkel der Motorwelle.

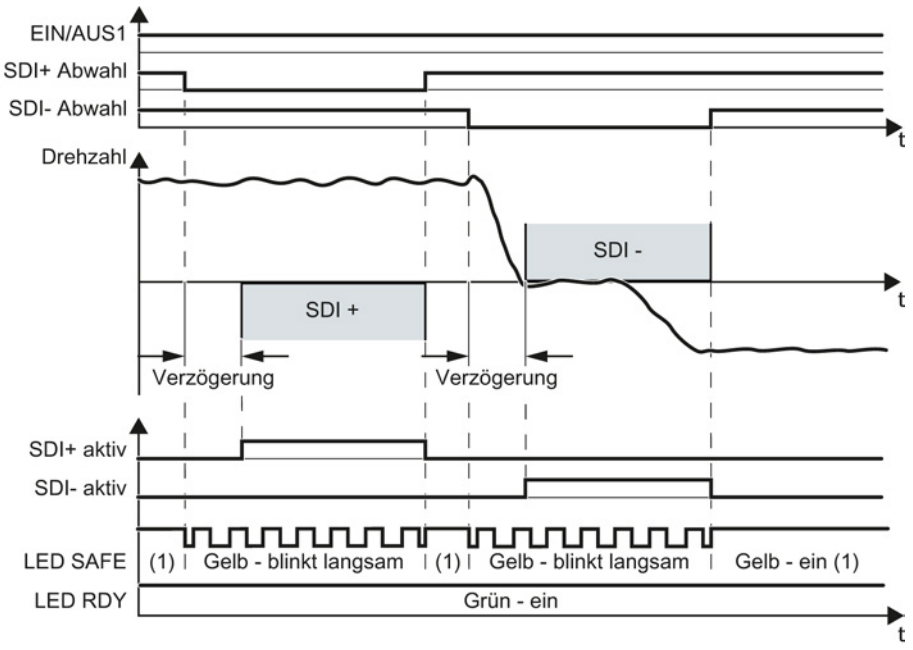


Bild 6-39 Zeitverhalten der Sicherheitsfunktion SDI (Safe Direction)

6.8.3 Motor ausschalten bei aktivem SDI

Beschreibung

Wenn Sie den Motor bei aktiver Sicherheitsfunktion SDI mit dem AUS1- oder AUS3-Befehl ausschalten, z. B. beim Erreichen von Endlagenschaltern, passiert Folgendes:

1. Der Umrichter bremst den Motor mit der AUS1- bzw. AUS3-Rücklaufzeit, bis die Drahzahl die Stillstandüberwachung erreicht.
2. Der Umrichter überwacht auch während des Bremsvorgangs die Drehrichtung.

Sie können das Verhalten des Umrichters nach dem Ausschalten des Motors auf zwei unterschiedliche Arten einstellen:

1. Rückmeldung "SDI aktiv" bei Impulssperre *bleibt aktiv*
   Bei dieser Einstellung schaltet der Umrichter das Drehmoment des Motors beim Erreichen der Stillstandüberwachung mit der Sicherheitsfunktion STO sicher ab. Der Umrichter stellt sicher, dass der Motor nicht aktiv beschleunigt. Das Signal "SDI aktiv" bleibt auch bei ausgeschaltetem Motor auf 1.
2. Rückmeldung "SDI aktiv" bei Impulssperre *wird inaktiv*
   Bei dieser Einstellung schaltet der Umrichter das Drehmoment des Motors nicht sicher ab. Ein aktives Beschleunigen des Motors wird nicht sicher verhindert. Der Umrichter setzt daher das Signal "SDI aktiv" bei ausgeschaltetem Motor auf 0.

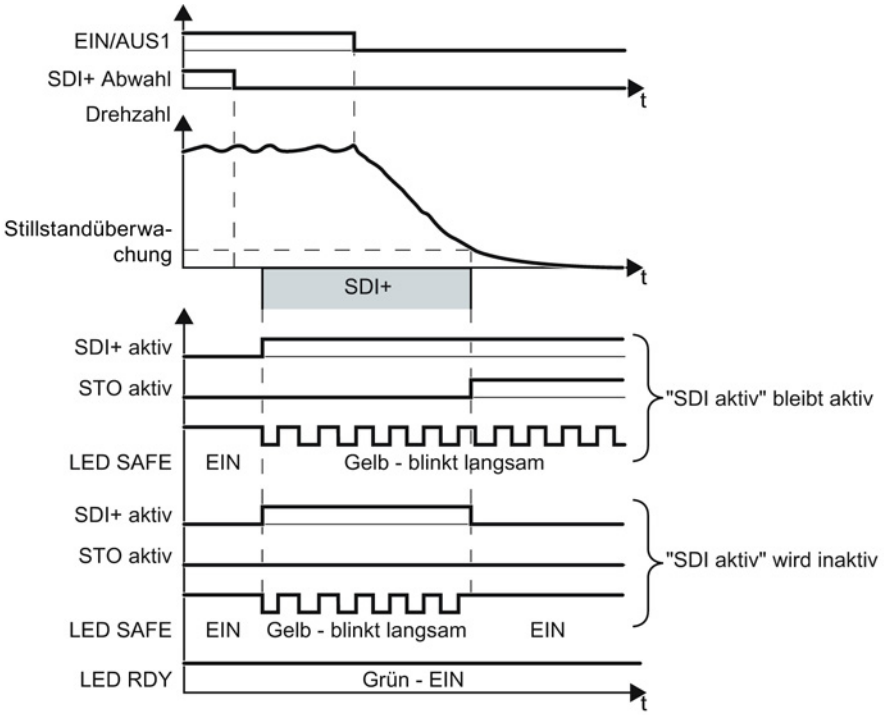


Bild 6-40 AUS1-Befehl bei aktiver Sicherheitsfunktion SDI

Wenn Sie den Motor bei aktiver Sicherheitsfunktion SDI mit dem AUS2-Befehl ausschalten, Schaltet der Umrichter den Motor sofort aus. Je nach gewählter Einstellung schaltet der Umrichter das Drehmoment des Motors sofort mit der Sicherheitsfunktion STO sicher ab.

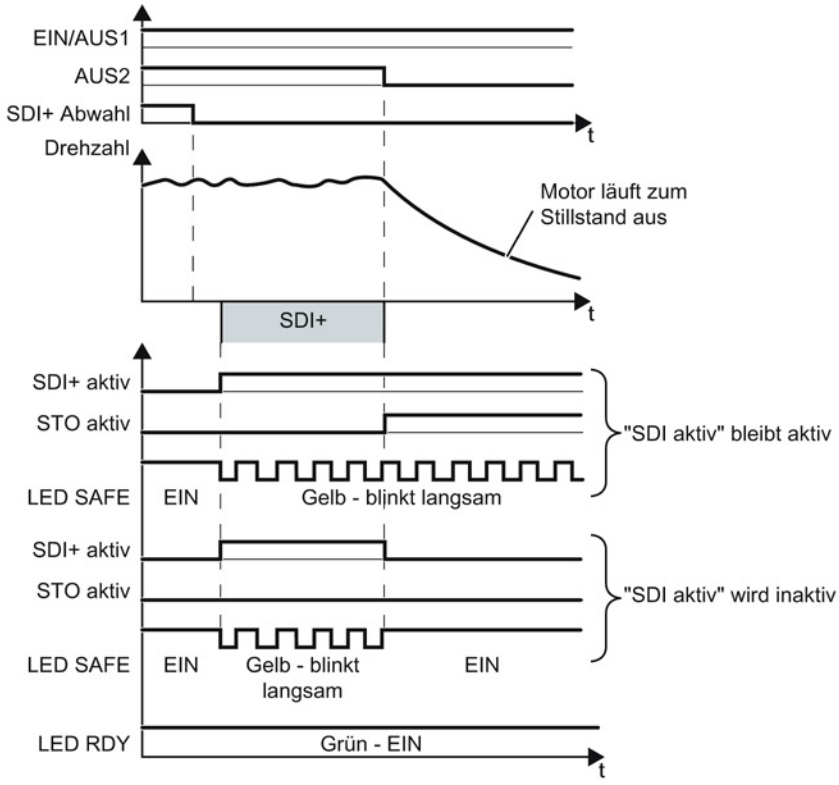


Bild 6-41 AUS2-Befehl während aktiver Sicherheitsfunktion SDI

6.8.4 Motor einschalten bei aktivem SDI

Das Vorgehen zum Einschalten des Motors hängt davon ab, wie Sie die Funktion SDI eingestellt haben.

Die Rückmeldung "SDI aktiv" bei Impulssperre wird inaktiv

Mit dieser Einstellung beeinflusst die Funktion SDI das Einschalten des Motors nicht. Wenn Sie den Motor einschalten, ist die Funktion SDI aktiv.

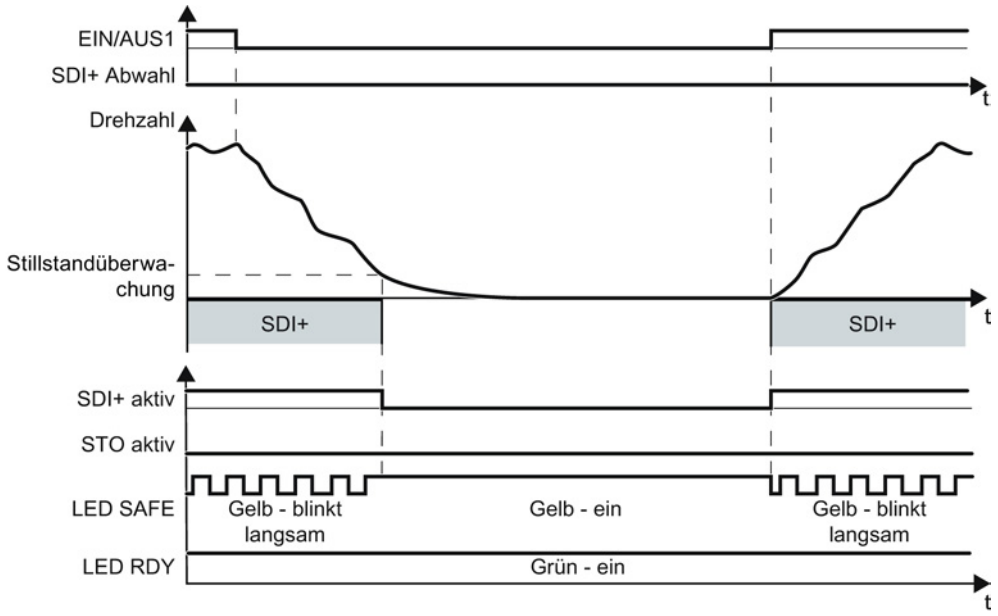


Bild 6-42 Motor aus- und einschalten bei aktivem SDI, Unterbrechung der Rückmeldung von SDI

Die Rückmeldung "SDI aktiv" bei Impulssperre bleibt aktiv

Vorgehen

Um den Motor einzuschalten, gehen Sie folgendermaßen vor:

1. Wählen Sie STO (oder SS1) an.
2. Wählen Sie STO (oder SS1) wieder ab.
3. Warten Sie nach STO-Abwahl, bis der Umrichter "einschaltbereit" ist.

   Alternative: Warten Sie nach STO-Abwahl eine bestimmte Zeit bis zum Einschalten. Wir empfehlen Ihnen eine Wartezeit von 200 ms.
4. Schalten Sie den Motor innerhalb von 5 s nach STO-Abwahl ein (EIN-Befehl).

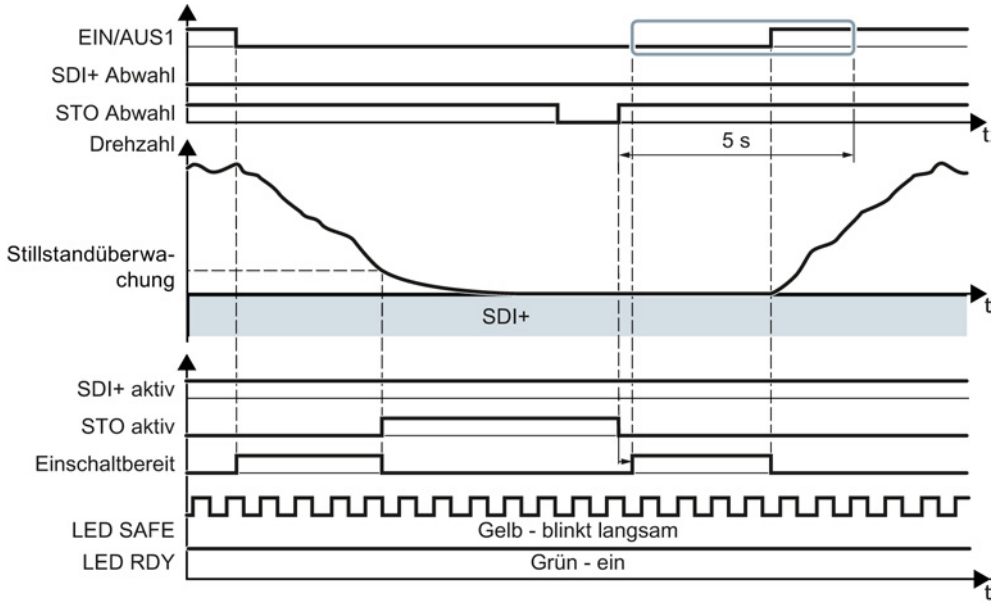


Bild 6-43 Motor aus- und einschalten bei aktivem SDI

Sie haben den Motor wieder eingeschaltet.

Sie haben den Motor nicht innerhalb der 5 Sekunden eingeschaltet

Wenn Sie den Motor nicht innerhalb der 5 Sekunden nach STO-Abwahl einschalten, passiert Folgendes:

- Der Umrichter geht erneut in den Zustand STO.
- Der Umrichter reagiert nicht mehr auf den EIN-Befehl.
- Der Umrichter meldet die Warnung A01795.

Um den Motor einzuschalten, müssen Sie das oben beschriebene Vorgehen wiederholen.

6.8.5 Reaktion auf eine Diskrepanz bei aktivem Safe Direction (SDI)

Reaktion des Antriebs

Auf eine Diskrepanz am sicheren Eingang reagiert der Umrichter mit der aktiven Sicherheitsfunktion SDI.

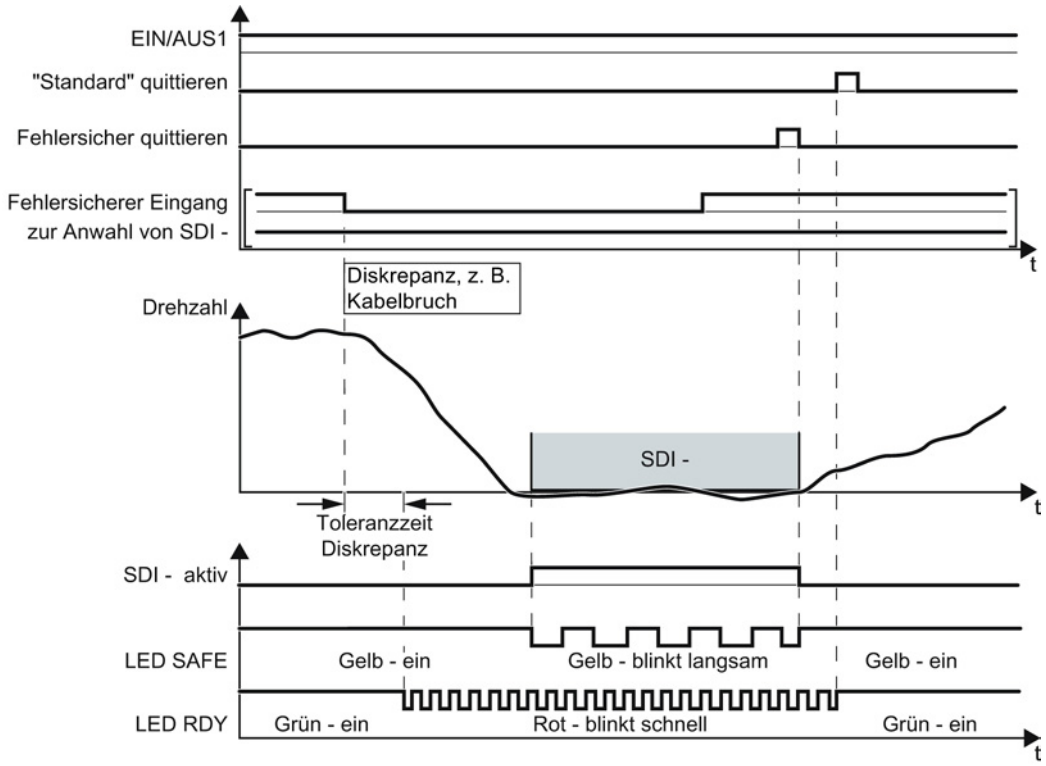


Bild 6-44 Verhalten des Umrichters bei Diskrepanz des Eingangssignals für SDI (als Beispiel SDI -)

Der Umrichter setzt das Fehlerbit der Sicherheitsfunktionen (= internes Ereignis) nicht.

Nach Ablauf der Toleranzzeit meldet der Umrichter die Diskrepanz (Warnung C01770 oder C30770). Die Funktion SDI bleibt aktiv und der Motor bleibt eingeschaltet.

Unabhängig von den anliegenden Spannungspegeln setzt der Umrichter die Auswertung des diskrepanten F-DI in den sicheren Zustand (=Null), bis Sie den Umrichter über ein fehlersicheres Signal oder über einen Power-On-Reset quittieren.

SDI nach Diskrepanz abwählen

Vorgehen

Um SDI abzuwählen, gehen Sie folgendermaßen vor:

1. Beseitigen Sie die Diskrepanz.
2. Quittieren Sie die Diskrepanz-Meldung mit dem fehlersicheren Quittier-Signal über einen sicheren Eingang: F-DI = 0 → 1 → 0.

   Alternativ lässt sich die Meldung über eine der folgenden Weisen quittieren. Allerdings stoppt der Antrieb in diesen Fällen:

   – Wählen Sie die Funktion STO an und wieder ab: F-DI = 1 → 0 → 1.
   – Wählen Sie die Funktion SS1 an und wieder ab: F-DI = 1 → 0 → 1.
   – Schalten Sie die Versorgungsspannung des Umrichters aus und wieder ein (Power-ON-Reset).
3. Quittieren Sie den Umrichter mit dem "Standard"-Quittier-Signal.

Sie haben die Diskrepanz-Meldung quittiert und SDI abgewählt.

6.8.6 Grenzwertverletzung bei aktivem Safe Direction (SDI)

Reaktion des Antriebs

Wenn die Bewegungsüberwachung bei aktivem SDI einen Fehler feststellt, reagiert der Umrichter entweder mit einem STOP A oder einem STOP B. Sie wählen die Reaktion des Umrichters während der Inbetriebnahme. Die unterschiedlichen STOP-Varianten finden Sie im Abschnitt Stopp-Reaktionen (Seite 217).

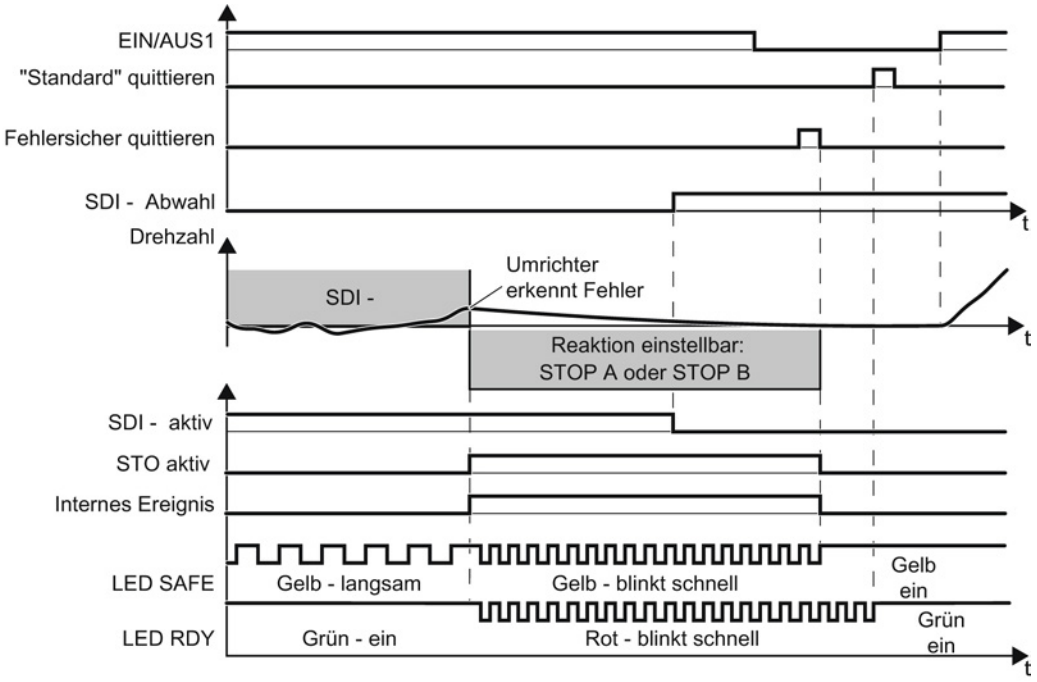


Bild 6-45 Grenzwertverletzung der Sicherheitsfunktion SDI. Beispiel mit STOP A als Fehlerreaktion

Motor nach internem Ereignis einschalten

Vorgehen

Um den Motor nach einem internen Ereignis während aktivem SDI einzuschalten, gehen Sie folgendermaßen vor:

1. Wählen Sie die Funktion SDI ab.
2. Geben Sie einen AUS1-Befehl vor (EIN/AUS1 = 0).
3. Quittieren Sie das interne Ereignis auf eine der folgenden Weisen:
   - Fehlersicher quittieren über PROFIsafe Steuerwort 0, Bit 7 = 0 → 1 → 0.
   - Fehlersicheres Quittier-Signal über einen sicheren Eingang: F-DI = 0 → 1 → 0.
   - Wählen Sie die Funktion STO an und wieder ab (PROFIsafe Steuerwort 0, Bit 0 oder F-DI: 1 → 0 → 1).
   - Wählen Sie die Funktion SS1 an und wieder ab (PROFIsafe Steuerwort 0, Bit 1 oder F-DI: 1 → 0 → 1).
   - Schalten Sie die Versorgungsspannung des Umrichters aus und wieder ein (Power-ON-Reset).
4. Quittieren Sie den Umrichter mit dem "Standard"-Quittier-Signal.
5. Schalten Sie den Motor ein (EIN/AUS1 = 1).

Sie haben das interne Ereignis quittiert und den Motor wieder eingeschaltet.

6.9 Reaktion auf Diskrepanz der über PROFIsafe übertragenen Signale

Reaktion des Antriebs

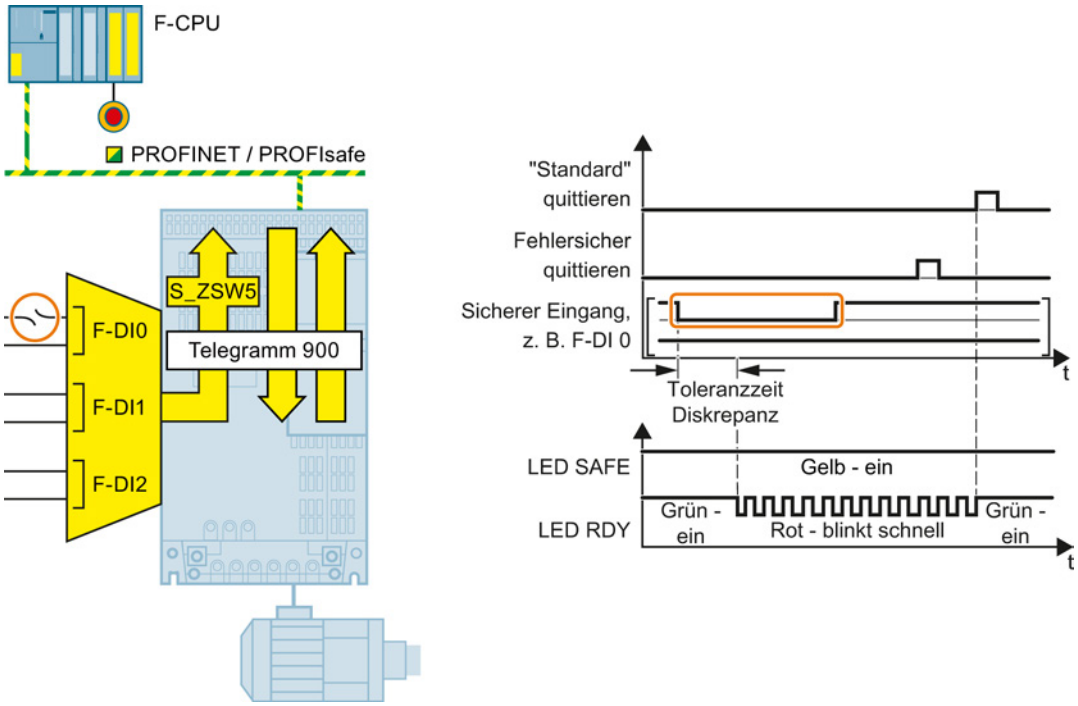


Bild 6-46 Verhalten des Umrichters bei Diskrepanz eines sicheren Eingangs im PROFIsafe-Telegramm 900

Der Umrichter setzt das Fehlerbit der Sicherheitsfunktionen (= internes Ereignis) nicht.

Nach Ablauf der Toleranzzeit meldet der Umrichter die Diskrepanz (Störung C01770 oder C30770).

Unabhängig von den anliegenden Spannungspegeln setzt der Umrichter die Auswertung des diskrepanten F-DI in den sicheren Zustand (=Null), bis Sie den Umrichter über ein fehlersicheres Signal oder über einen Power-On-Reset quittieren.

Diskrepanz-Meldung quittieren

Vorgehen

Um die Diskrepanz-Meldung zu quittieren, gehen Sie folgendermaßen vor:

1. Beseitigen Sie die Diskrepanz.
2. Quittieren Sie die Diskrepanz-Meldung auf eine der folgenden Weisen:

Gewählte Einstellung	Worüber lässt sich das interne Ereignis quittieren?		
	F-DI	PROFIsafe	Alternative
Erweiterte Funktionen über PROFIsafe	---	STO an- und abwählen (PROFIsafe-Steuerwort 1, Bit 0 = 1 → 0 → 1) oder SS1 an- und abwählen (PROFIsafe-Steuerwort 1, Bit 1 = 1 → 0 → 1) oder Fehlersicher quittieren (PROFIsafe-Steuerwort 1, Bit 7 = 0 → 1 → 0)	Power-On-Reset
Erweiterte Funktionen über PROFIsafe und Basisfunktionen über Onboard-Klemmen	STO an- und abwählen (F-DI = 1 → 0 → 1)	STO an- und abwählen (PROFIsafe-Steuerwort 1, Bit 0 = 1 → 0 → 1) oder SS1 an- und abwählen (PROFIsafe-Steuerwort 1, Bit 1 = 1 → 0 → 1) oder Fehlersicher quittieren (PROFIsafe-Steuerwort 1, Bit 7 = 0 → 1 → 0)	Power-On-Reset

3. Quittieren Sie den Umrichter mit dem "Standard"-Quittier-Signal.

Sie haben die Diskrepanz-Meldung quittiert.

6.10 Stopp-Reaktionen

Internes Ereignis

Ein "internes Ereignis" ist ein schwerwiegender Fehler, bei dem der Umrichter den Motor so schnell wie möglich mit einer STOP-Reaktion zum Stillstand bringt. Ein "internes Ereignis" hat z. B. folgende Ursachen:

- Der Umrichter erkennt durch kreuzweisen Datenvergleich einen internen Fehler in seiner Hard- oder Firmware (F01611).
- Der Umrichter erkennt eine Grenzwertverletzung durch eine unzulässige Motordrehzahl (C01714).

Ein "internes Ereignis" lässt sich nur mit einem fehlersicheren Signal quittieren. Siehe auch: Fehlersicheres Quittiersignal (Seite 222).

STOP A

Bei einem STOP A schaltet der Umrichter sofort das Drehmoment des angeschlossenen Motors sicher ab.

STOP B

Bei einem STOP B bremst der Umrichter den Motor mit der AUS3-Rücklaufzeit bis zur Stillstandserkennung. Danach folgt ein STOP A.

Wenn Sie dem Motor mit Drehmomentregelung betreiben, schaltet der Umrichter die Regelungsart in Drehzahlregelung um.

Der Umrichter überwacht das Bremsen des Motors. Die Art der Überwachung entspricht dem Überwachungsmodus von SS1, siehe auch Abschnitt SS1 einstellen (Seite 125).

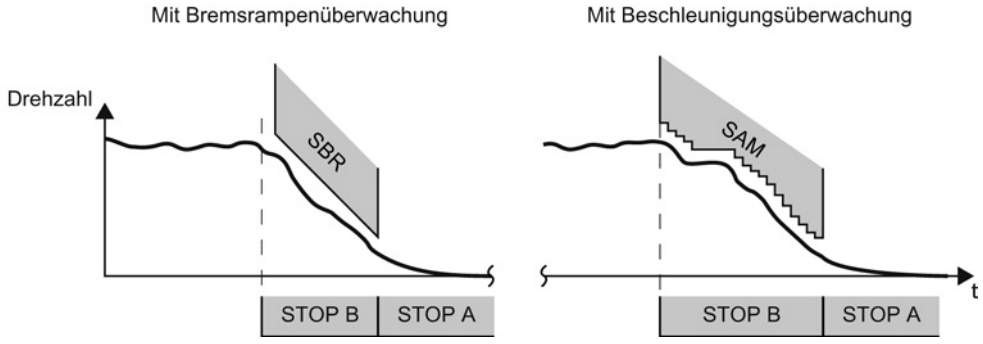


Bild 6-47 Überwachung der Drehzahl bei einem STOP B

Wenn der Motor nicht der vorgegebenen Bremsrampe folgt, bricht der Umrichter das Bremsen des Motors ab und reagiert mit einem STOP A.

STOP F

Wenn eine Sicherheitsfunktion aktiv [1] ist, löst ein STOP F einen STOP A oder STOP B aus:

- Die Störung F01611 löst sofort einen STOP A aus.
- Bei der Meldung C01711 hängt die Reaktion des Umrichters von der aktiven Sicherheitsfunktion ab:
  - Wenn STO aktiv ist, löst der Umrichter einen STOP A aus.
  - In allen anderen Fällen löst der Umrichter einen STOP B aus.

Wenn keine Sicherheitsfunktion aktiv ist, dann verhält sich der Umrichter folgendermaßen:

- Die Störung F01611 löst sofort einen STOP A aus.
- Bei der Meldung C01711 kommt es zu keiner unmittelbaren Stopp-Reaktion. Die Meldung bleibt aber bestehen. Bei Anwahl einer Sicherheitsfunktion reagiert der Umrichter mit einem Stopp wie oben beschrieben.

[1] Die Funktion SSM gilt als aktive Sicherheitsfunktion, wenn das SSM-Filter und die SSM-Hysterese frei gegeben sind.

6.10.1 Beispiel 1: Internes Ereignis bei aktivem STO

Reaktion des Antriebs

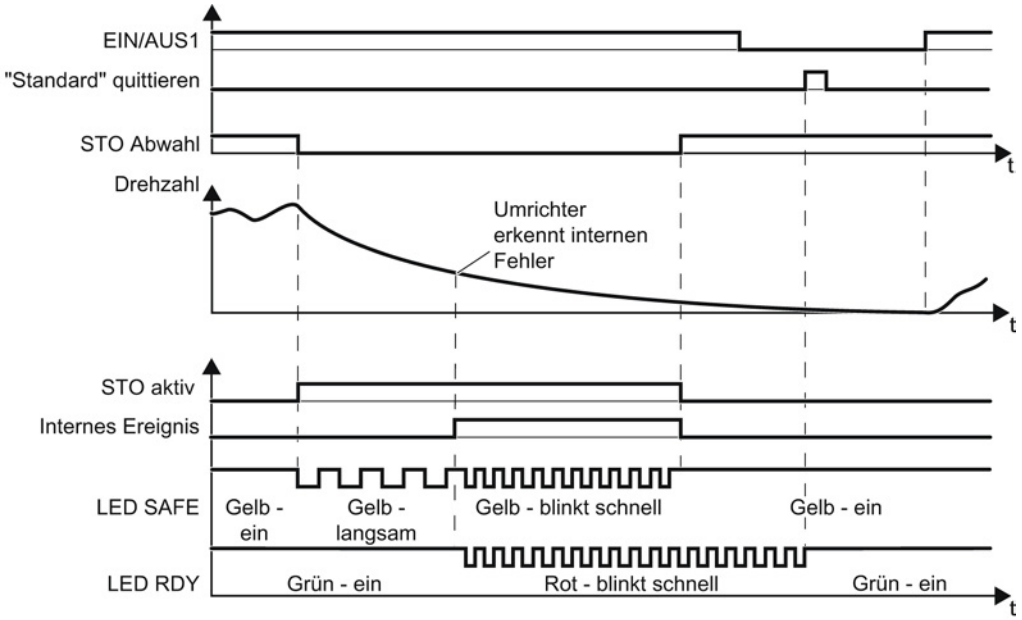


Bild 6-48 Internes Ereignis bei aktiver Sicherheitsfunktion STO

Der Umrichter meldet ein internes Ereignis.

Motor nach internem Ereignis einschalten

Vorgehen

Um den Motor nach einem internen Ereignis einzuschalten, gehen Sie folgendermaßen vor:

1. Wählen Sie die Funktion STO ab.
2. Geben Sie einen AUS1-Befehl vor (EIN/AUS1 = 0).
3. Quittieren Sie den Umrichter mit dem "Standard"-Quittier-Signal.
4. Schalten Sie den Motor ein (EIN/AUS1 = 1).

Sie haben das interne Ereignis quittiert und den Motor wieder eingeschaltet.

6.10.2 Beispiel 2: Internes Ereignis bei aktivem SSM

Internes Ereignis bei aktiver Bewegungsüberwachung

Wenn eine aktive Sicherheitsfunktion mit Bewegungsüberwachung (SS1, SSL, SDI oder SSM) durch ein internes Ereignis unterbrochen wird, reagiert der Umrichter mit einem STOP F.

Ein STOP F führt nicht unbedingt zu einem Stopp des Motors. Siehe auch: Stopp-Reaktionen (Seite 217).

Die Reaktion des Antriebs

Das Verhalten des Motors ist am Beispiel der Funktion SSM und einem STOP B mit Beschleunigungsüberwachung erläutert:

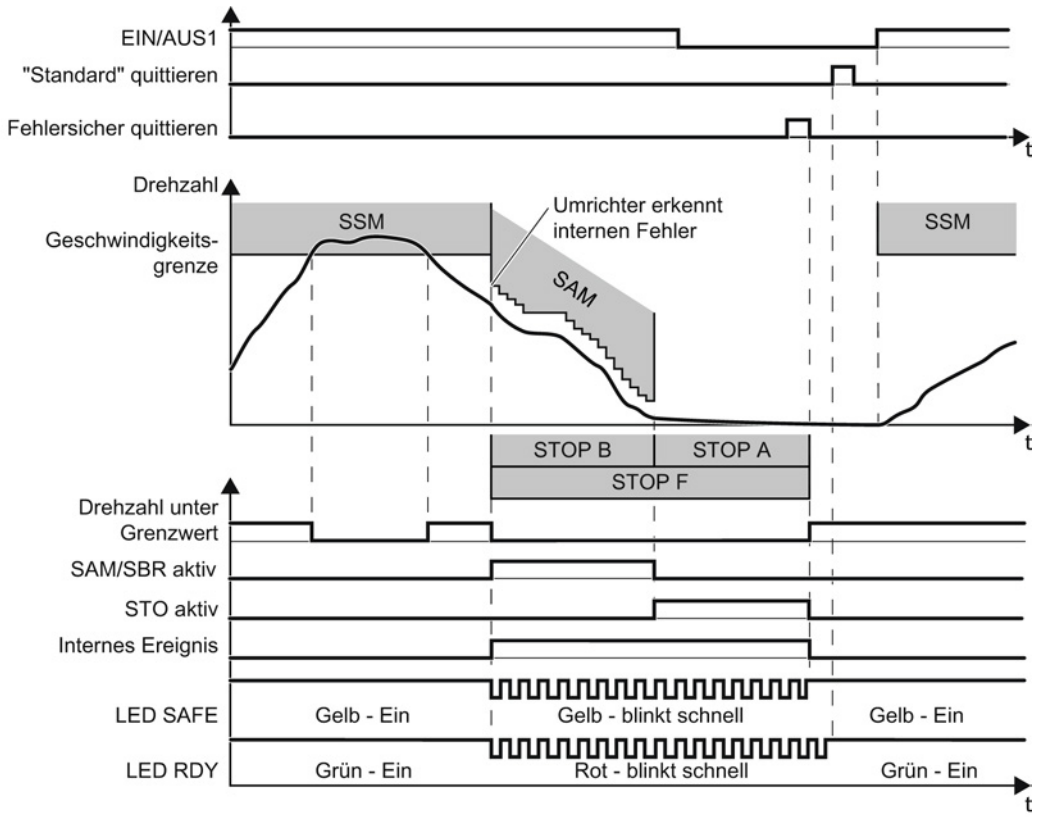


Bild 6-49 Reaktion der Sicherheitsfunktion SSM auf ein internes Ereignis

Motor nach internem Ereignis einschalten

Vorgehen

Um den Motor in obigem Beispiel wieder einzuschalten, gehen Sie folgendermaße vor:

1. Geben Sie einen AUS1-Befehl vor (EIN/AUS1 = 0).
2. Quittieren Sie das interne Ereignis auf eine der folgenden Weisen:
   - Fehlersicher quittieren über PROFIsafe Steuerwort 0, Bit 7 = 0 → 1 → 0.
   - Fehlersicheres Quittier-Signal über einen sicheren Eingang: F-DI = 0 → 1 → 0.
   - Wählen Sie die Funktion STO an und wieder ab (PROFIsafe Steuerwort 0, Bit 0 oder F-DI: 1 → 0 → 1).
   - Wählen Sie die Funktion SS1 an und wieder ab (PROFIsafe Steuerwort 0, Bit 1 oder F-DI: 1 → 0 → 1).
   - Schalten Sie die Versorgungsspannung des Umrichters aus und wieder ein (Power-ON-Reset).
3. Quittieren Sie den Umrichter mit dem "Standard"-Quittier-Signal.
4. Schalten Sie den Motor ein (EIN/AUS1 = 1).
   Siehe auch Abschnitt: Motor einschalten bei aktivem SSM (Seite 203).

Sie haben das interne Ereignis quittiert und den Motor wieder eingeschaltet.

6.11 Fehlersicheres Quittiersignal

6.11.1 Quittieren mit einem fehlersicheren Signal

Die meisten Störungen der Sicherheitsfunktionen müssen Sie mit einem fehlersicheren Signal quittieren. Dafür gibt es die folgenden Möglichkeiten.

- Quittieren über einen sicheren Eingang F-DI
- Quittieren über PROFIsafe
- Quittieren über An- und Abwahl von STO
- Quittieren über Aus- und Einschalten der Spannungsversorgung

Quittieren über einen sicheren Eingang F-DI

Vorgehen

Um den Umrichter über einen sicheren Eingang F-DI zu quittieren, gehen Sie folgendermaßen vor:

1. Quittieren Sie die Störung mit F-DI = 0 → 1 → 0.
2. Quittieren Sie den Umrichter anschließend mit dem "Standard"-Quittiersignal.

Sie haben den Umrichter fehlersicher quittiert.

Quittieren über PROFIsafe

Vorgehen

Um den Umrichter über PROFIsafe zu quittieren, gehen Sie folgendermaßen vor:

1. Quittieren Sie die Störung mit Bit 7 des Steuerworts 0: Bit 7 = 0 → 1 → 0.
2. Quittieren Sie den Umrichter anschließend mit dem "Standard"-Quittiersignal.

Sie haben den Umrichter fehlersicher quittiert.

Quittieren über An- und Abwahl von STO

Vorgehen

Um den Umrichter über An- und Abwahl von STO zu quittieren, gehen Sie folgendermaßen vor:

1. Wählen Sie die Sicherheitsfunktion STO oder SS1 an und wieder ab:
   - F-DI = 1 → 0 → 1 oder
   - PROFIsafe-Steuerwort 1, Bit 0 bzw. 1 = 1 → 0 → 1
2. Quittieren Sie den Umrichter anschließend mit dem "Standard"-Quittiersignal.

Sie haben den Umrichter fehlersicher quittiert.

Quittieren über Aus- und Einschalten der Spannungsversorgung

Sie quittieren Störungen, indem Sie die Spannungsversorgung des Umrichters vorübergehend aus- und wieder einschalten (Power-On-Reset).

6.11.2 Reaktion auf Diskrepanz des fehlersicheren Quittier-Signals

Reaktion des Antriebs

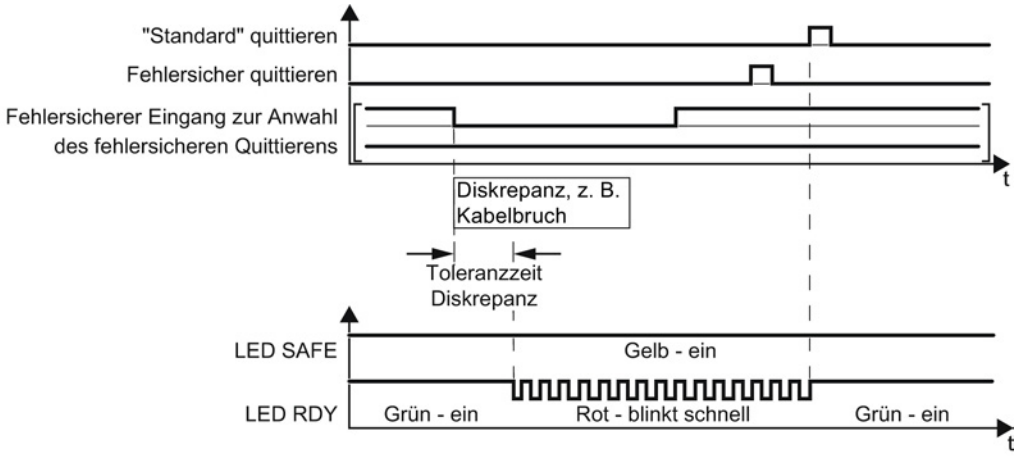


Bild 6-50 Verhalten des Umrichters bei Diskrepanz des Eingangssignals für fehlersicheres Quittieren

Der Umrichter setzt das Fehlerbit der Sicherheitsfunktionen (= internes Ereignis) nicht.

Nach Ablauf der Toleranzzeit meldet der Umrichter die Diskrepanz (Störung C01770 oder C30770).

Unabhängig von den anliegenden Spannungspegeln setzt der Umrichter die Auswertung des diskrepanten F-DI in den sicheren Zustand (=Null), bis Sie den Umrichter über ein fehlersicheres Signal oder über einen Power-On-Reset quittieren.

Diskrepanz-Meldung quittieren

Vorgehen

Um die Diskrepanz-Meldung zu quittieren, gehen Sie folgendermaßen vor:

1. Beseitigen Sie die Diskrepanz.
2. Quittieren Sie die Diskrepanz-Meldung auf eine der folgenden Weisen:
   - Wählen Sie die Funktion STO an und wieder ab: F-DI = 1 → 0 → 1.
   - Wählen Sie die Funktion SS1 an und wieder ab: F-DI = 1 → 0 → 1.
   - Schalten Sie die Versorgungsspannung des Umrichters aus und wieder ein (Power-ON-Reset).
3. Quittieren Sie den Umrichter mit dem "Standard"-Quittier-Signal.

Sie haben die Diskrepanz-Meldung quittiert.

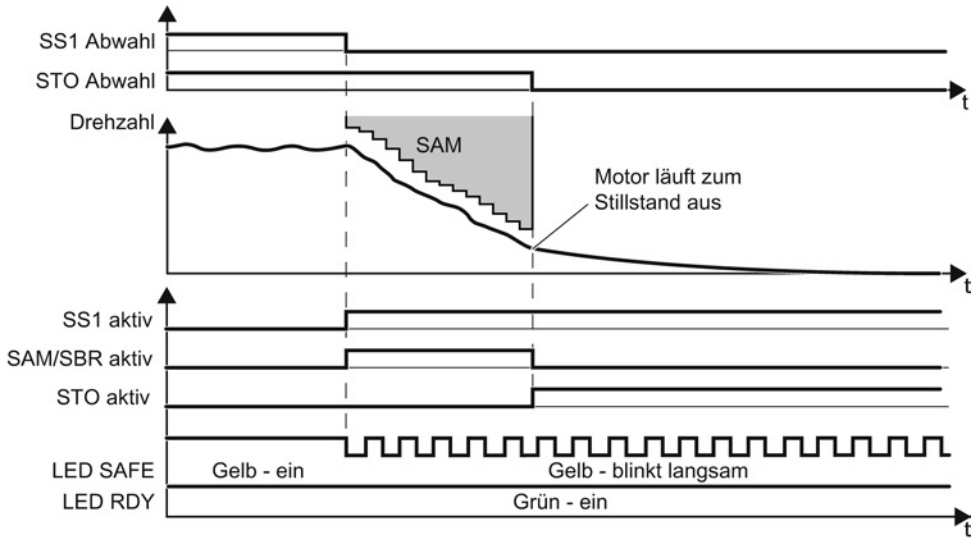
6.12 Sicherheitsfunktion anwählen bei aktiver Sicherheitsfunktion

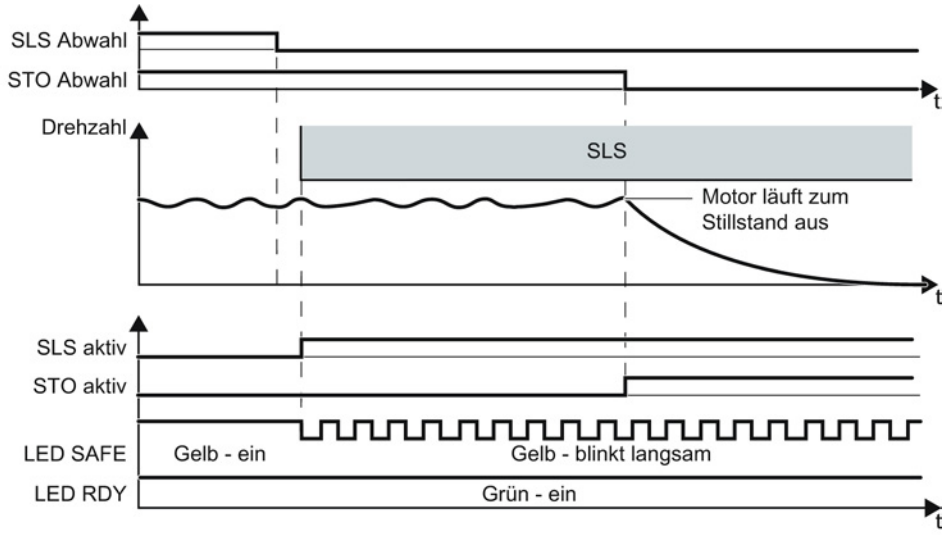
In der folgenden Tabelle finden Sie die Hinweise auf das Verhalten Ihres Antriebs, wenn Sie mehr als eine Sicherheitsfunktion gleichzeitig anwählen.

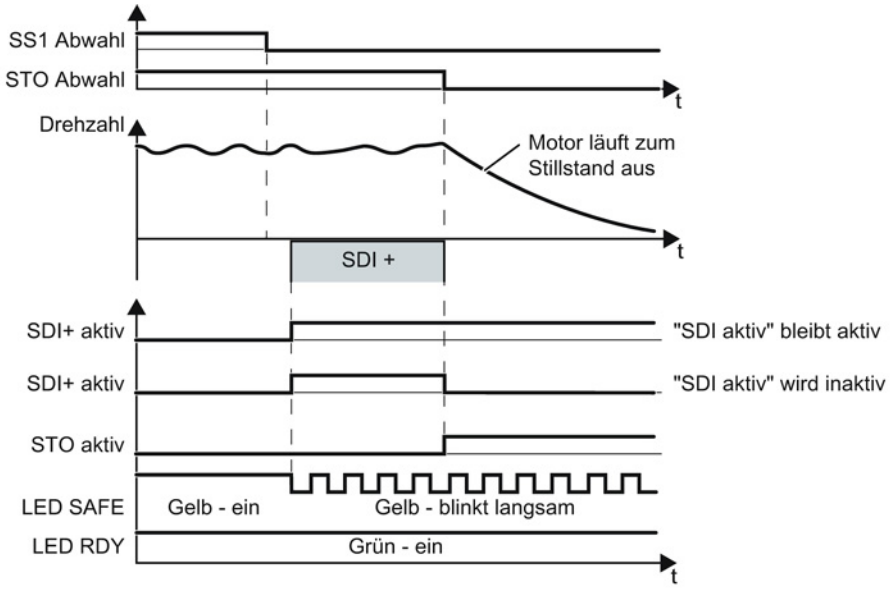
Einige Fälle sind ohne Wirkung auf das Verhalten Ihres Antriebs. Wenn z. B. die Sicherheitsfunktion STO aktiv ist, bleibt das Drehmoment des Motors abgeschaltet, unabhängig davon, welche Funktion des Umrichters Sie zusätzlich anwählen.

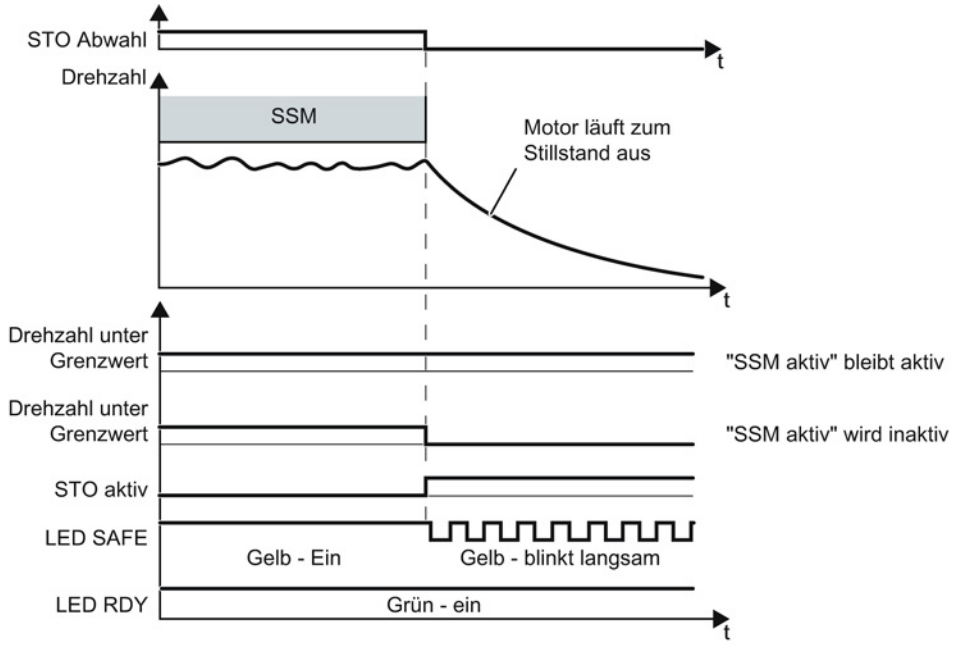
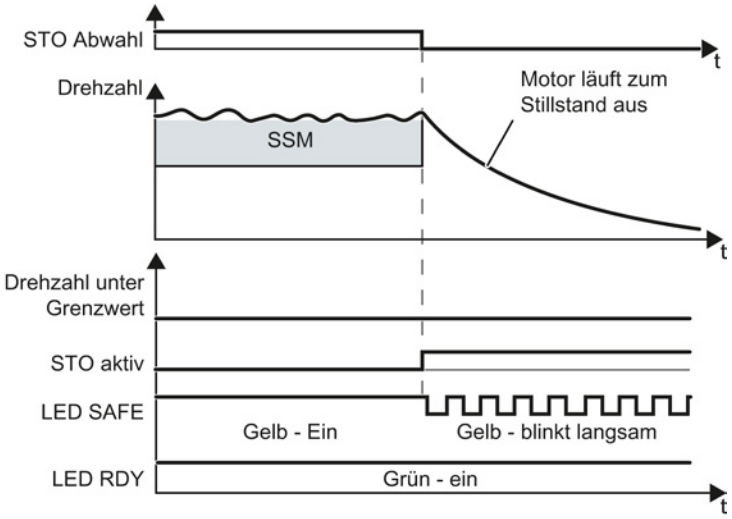
Tabelle 6- 11 Wechselwirkung zweier Sicherheitsfunktionen

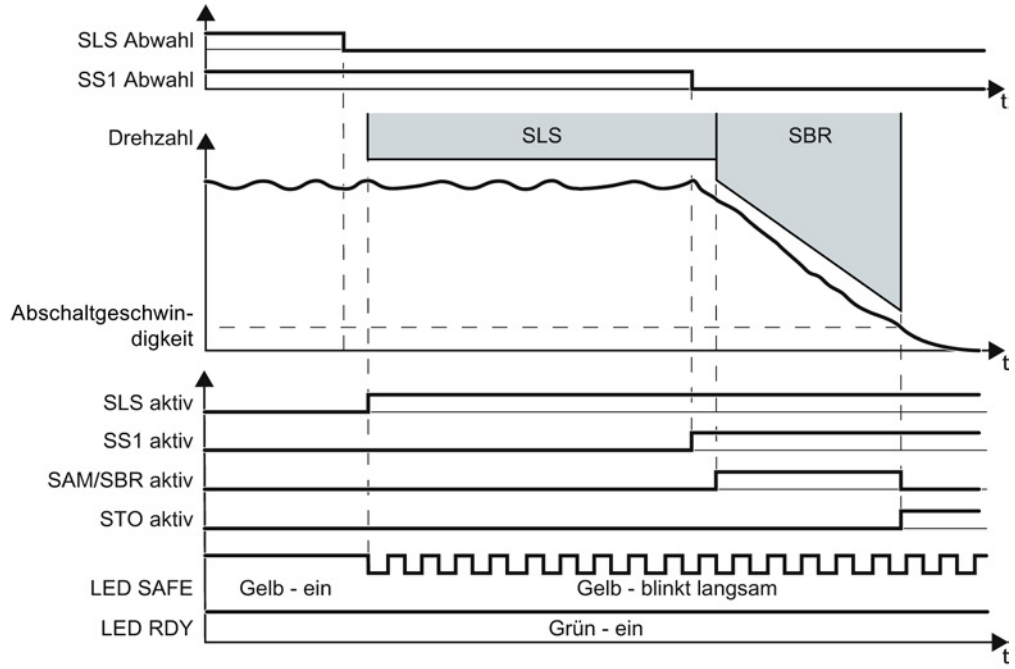
	STO anwählen	**SS1 anwählen**	**SLS anwählen**	**SDI anwählen**
STO ist aktiv	---	Ohne Wirkung	Ohne Wirkung	Ohne Wirkung
SS1 ist aktiv	Siehe unten	---	Ohne Wirkung	Ohne Wirkung
SLS ist aktiv	Siehe unten	Siehe unten	---	Siehe unten
SDI ist aktiv	Siehe unten	Siehe unten	Siehe unten	---
SSM ist aktiv	Siehe unten	Siehe unten	Siehe unten	Siehe unten

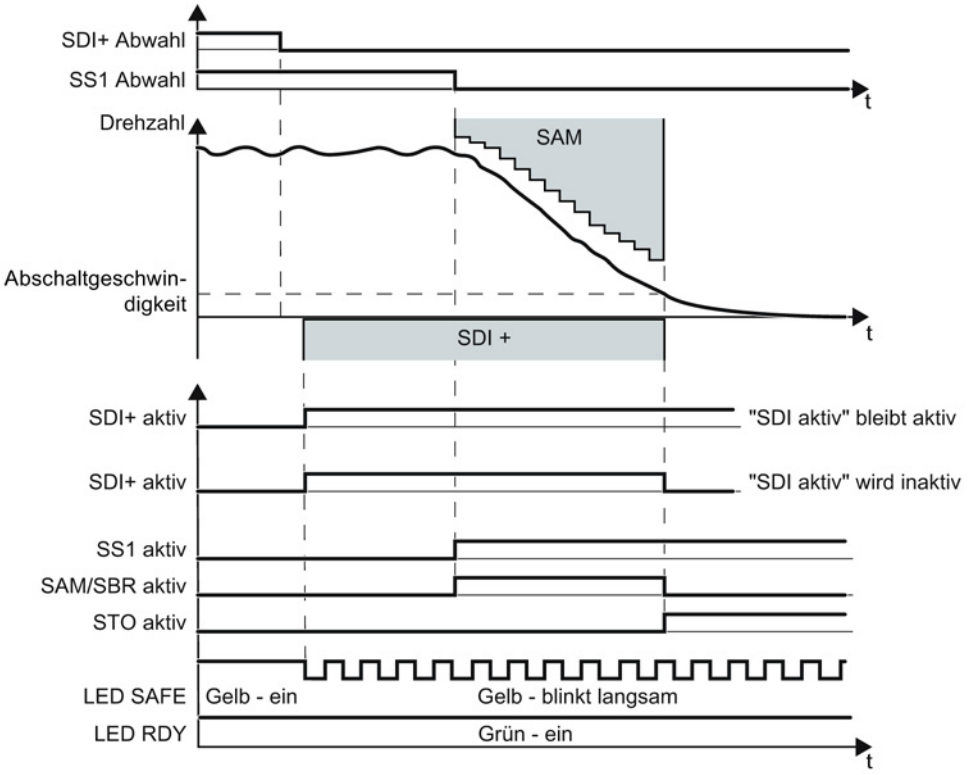
	STO anwählen
SS1 ist aktiv	 Beispiel: SS1 mit Beschleunigungsüberwachung

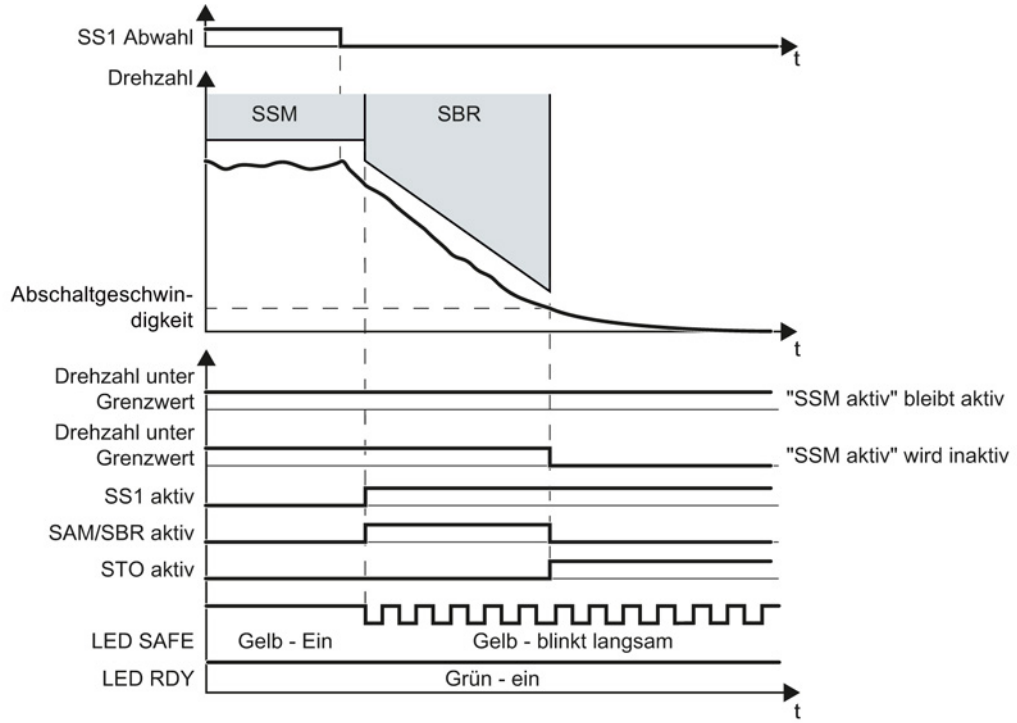
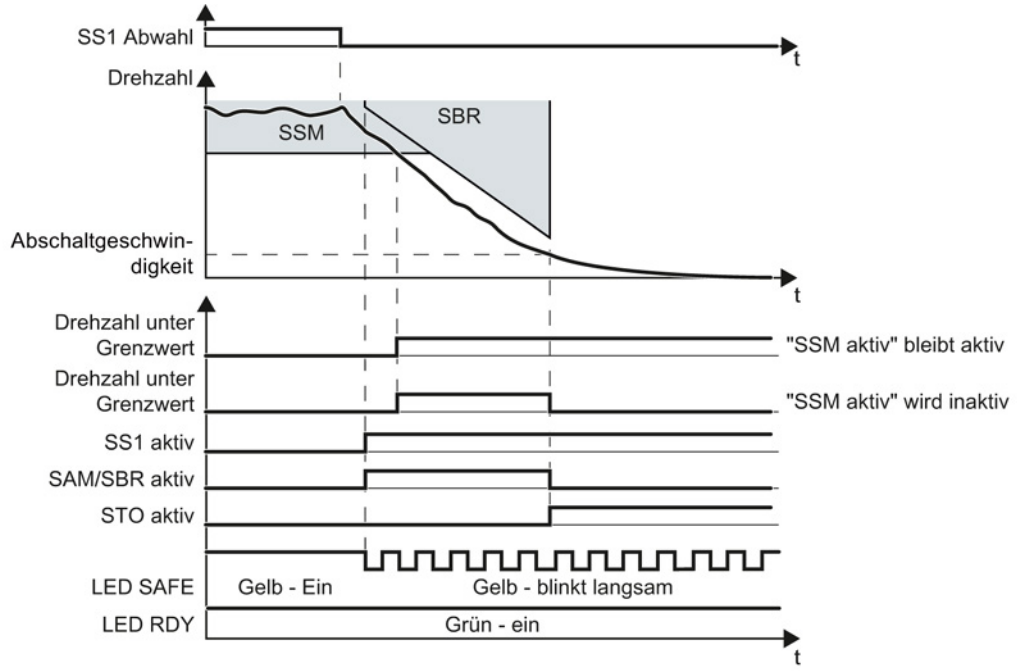
	STO anwählen
SLS ist aktiv	

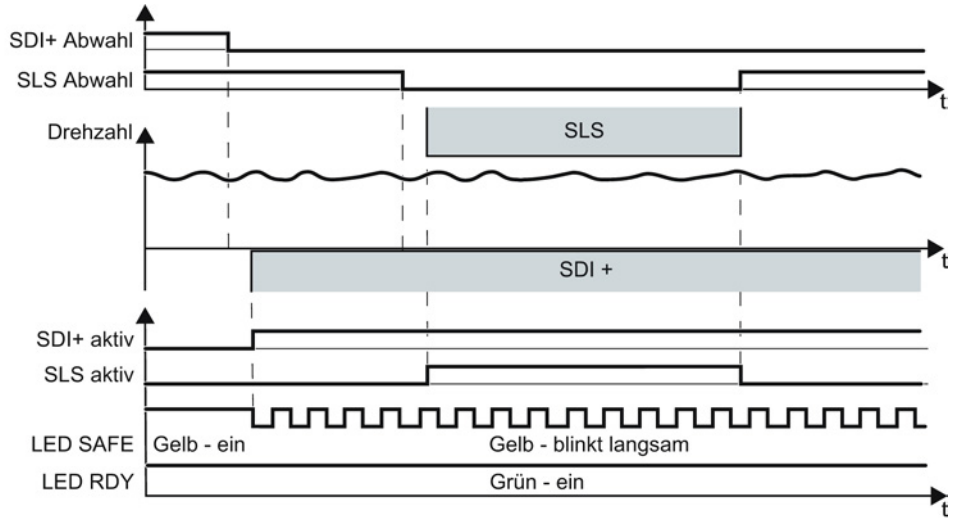
	STO anwählen
SDI ist aktiv	

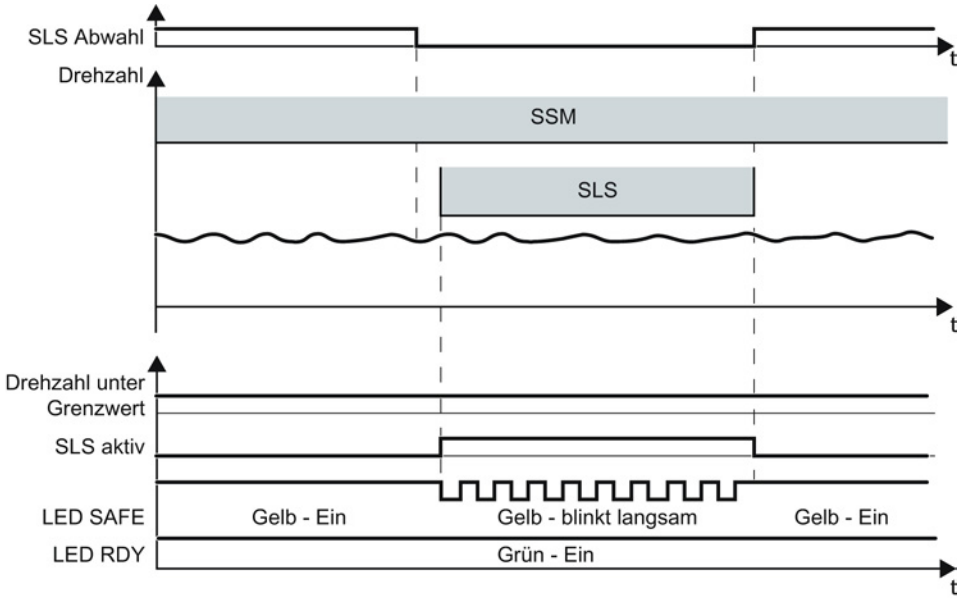
	STO anwählen
SSM ist aktiv	 Beispiel für Drehzahl < SSM-Überwachungsgeschwindigkeit
	 Beispiel für Drehzahl > SSM-Überwachungsgeschwindigkeit

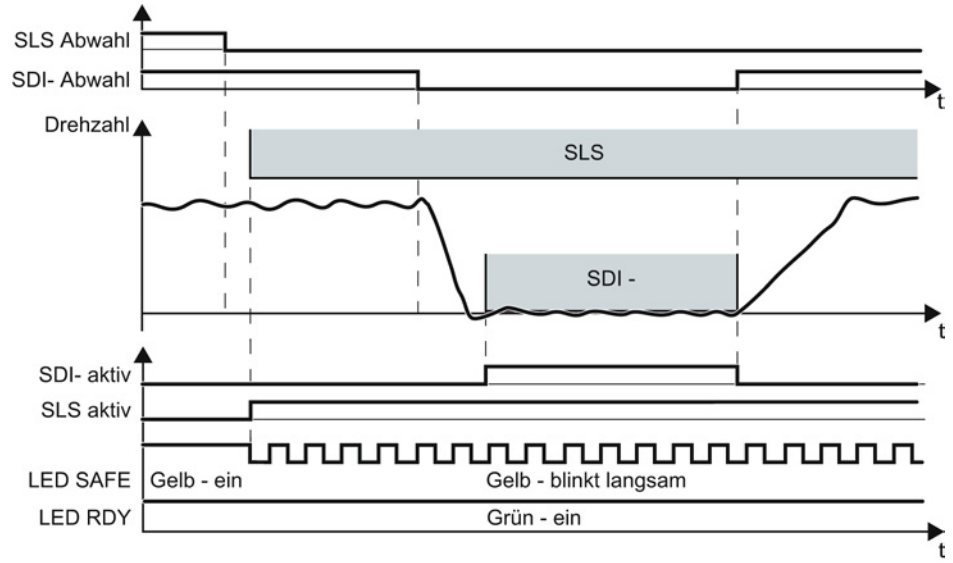
	SS1 anwählen
SLS ist aktiv	 Beispiel: SS1 mit Bremsrampenüberwachung

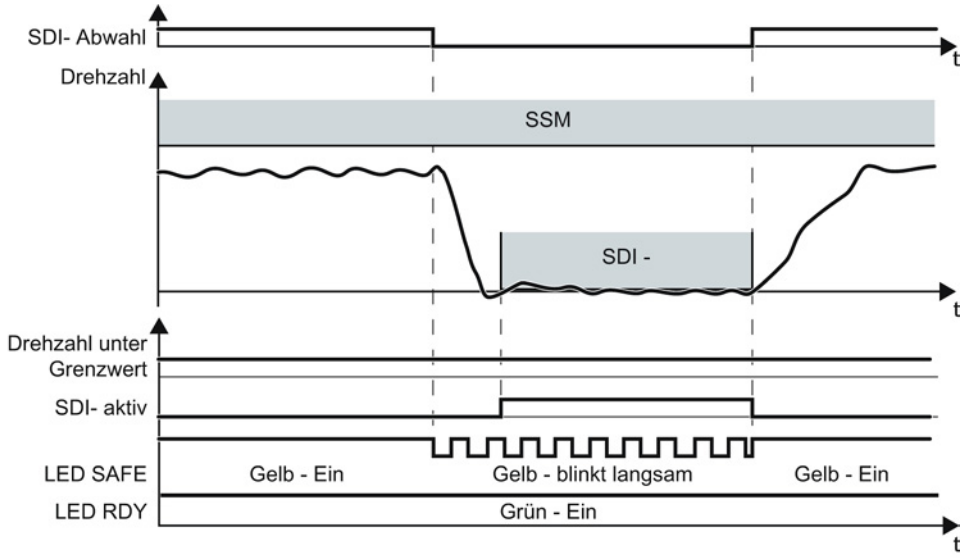
	SS1 anwählen
SDI ist aktiv	 Beispiel: SS1 mit Beschleunigungsüberwachung SAM

	SS1 anwählen
SSM ist aktiv	 Beispiel: SS1 mit Bremsrampenüberwachung, Drehzahl < SSM-Überwachungsgeschwindigkeit
	 Beispiel: SS1 mit Bremsrampenüberwachung, Drehzahl > SSM-Überwachungsgeschwindigkeit

	SLS anwählen
SDI ist aktiv	

	SLS anwählen
SSM ist aktiv	

	SDI anwählen
SLS ist aktiv	

	SDI anwählen
SSM ist aktiv	

6.13 Liste der Warnungen und Störungen

Schreibweisen bei Störungen und Warnungen

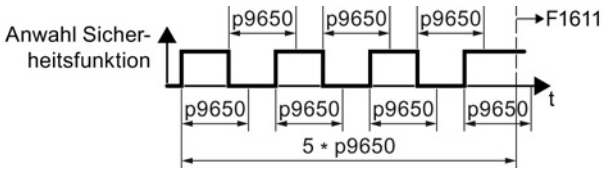
F12345 Störung 12345 (englisch: Fault)

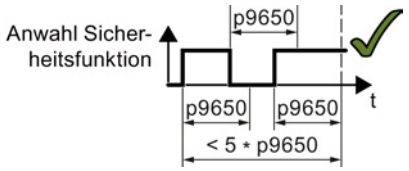
A67890 Warnung 67890 (englisch: Alarm)

C01700 Meldung 1700 der Sicherheitsfunktionen

Diese Meldungen sind entweder Warnungen oder Störungen, siehe folgende Tabelle.

Die Tabelle in diesem Handbuch enthält nur die Warnungen und Störungen der Sicherheitsfunktionen. Die vollständige Liste aller Warnungen und Störungen des Umrichters sowie detaillierte Ursachen und Maßnahmen zur Abhilfe finden Sie im Listenhandbuch.

Meldung	Ursache	Abhilfe
	Die vollständigen Informationen zu den Meldungen finden Sie im Listenhandbuch.	
F01600	STOP A ausgelöst.	1. STO anwählen und wieder abwählen. 2. Wenn nicht quittierbar, tauschen Sie die Control Unit.
F01611	Defekt in einem Überwachungskanal. Genauere Informationen liefert der Störwert r0949	Die vollständige Liste der Störwerte finden Sie im Listenhandbuch. 0: Stoppanforderung von Prozessor 2. 1 … 999: Fehler beim kreuzweisen Datenvergleich zwischen Prozessor 1 und Prozessor 2. Details und Abhilfe: siehe Listenhandbuch. 1000: Kontrolltimer abgelaufen. Zu häufige Signalwechsel bei Anwahl einer Sicherheitsfunktion. Der Umrichter überwacht das Signal zur Anwahl einer Sicherheitsfunktion nach einem Signalwechsel. Wenn der Signalzustand weiterhin in kürzeren Abständen als p9650 wechselt, meldet der Umrichter nach der Zeit 5 × p9650 die Störung F1611:  Abhilfe: • Prüfen Sie die Verdrahtung der F-DI (Kontaktprobleme). • Beheben Sie Kontaktprobleme oder Störungen am PROFIBUS-Master/PROFINET-Controller. Der Umrichter beendet die Überwachung und meldet keine Störung, wenn der Signalzustand vor Ablauf der Zeit 5 × p9650 länger als p9650 stabil bleibt:

Meldung	Ursache	Abhilfe
	Die vollständigen Informationen zu den Meldungen finden Sie im Listenhandbuch.	
		 1001, 1002: Initialisierungsfehler Änderungstimer/Kontrolltimer. • Abhilfe: Power-On-Reset 2000: Status der STO-Anwahl auf den beiden Überwachungskanälen unterschiedlich. Siehe auch: Reaktion auf eine Diskrepanz bei aktivem STO (Seite 162). 2001: Rückmeldung der sicheren Impulslöschung auf den beiden Überwachungskanälen unterschiedlich. 2002: Status der Verzögerungstimer SS1 auf den beiden Überwachungskanälen unterschiedlich. Siehe auch: Reaktion auf eine Diskrepanz bei aktivem STO (Seite 162). Siehe auch: Reaktion auf eine Diskrepanz bei aktivem SS1 (Seite 174). 2003: Status der STO-Klemme auf Prozessor 1 und Prozessor 2 unterschiedlich. Abhilfe zu 2000, 2001 und 2003: • Prüfen Sie die Toleranzzeit F-DI-Umschaltung. Vergrößern Sie den Wert (p9650). • Prüfen Sie die Verdrahtung der F-DI (Kontaktprobleme). • Kontrollieren Sie die Ursachen der STO-Anwahl in r9772. 6000: interner Softwarefehler • Power-On-Reset • Firmware auf neuere Version hochrüsten • Control Unit tauschen 6064: Zieladresse und PROFIsafe-Adresse sind verschieden (F_Dest_Add). • Prüfen Sie den Wert im F-Parameter F_Dest_Add im Umrichter • Prüfen Sie die PROFIsafe-Adresse auf Prozessor (p9610) und Prozessor 2 (p9810). 6065: Zieladresse ungültig (F_Dest_Add). • Die Ziel-Adresse darf nicht 0 oder FFFF sein. 6066: Quelladresse ungültig (F_Source_Add). • Die Quell-Adresse darf nicht 0 oder FFFF sein. 6067: Watchdog Zeitwert ungültig (F_WD_Time). • Der Watchdog Zeitwert darf nicht 0 sein. 6165: Fehler beim Empfang des PROFIsafe-Telegramms. Der Fehler kann auch auftreten, wenn der Umrichter nach dem Power-On-Reset oder nach dem Stecken der PROFIBUS-/PROFINET-Leitung ein inkonsistentes oder veraltetes PROFIsafe-Telegramm empfangen

Meldung	Ursache	Abhilfe
	Die vollständigen Informationen zu den Meldungen finden Sie im Listenhandbuch.	
		hat. • Prüfen Sie Projektierung und Kommunikation im Umrichter. • Prüfen Sie den Wert für F-Parameter F_WD_Time im Umrichter. Vergrößern Sie den Wert. 6166: Zeitüberwachungsfehler beim Empfang des PROFIsafe-Telegramms. • Prüfen Sie die Projektierung der Kommunikation im Umrichter. • Prüfen Sie Einstellung den Wert F_WD_Time im Umrichter. Vergrößern Sie den Wert. • Werten Sie die Diagnoseinformation im F-Host aus. • Prüfen Sie die PROFIsafe-Verbindung.
A01620, F01620	Sicher abgeschaltetes Moment aktiv	Keine notwendig.
A01621, F01621	Safe Stop 1 aktiv	Keine notwendig.
F01625	Lebenszeichen in Safety-Daten fehlerhaft	1. Wählen Sie STO an und wieder ab. 2. Wenn nicht quittierbar, tauschen Sie die Control Unit.
F01630	Bremsenansteuerung fehlerhaft Genauere Informationen liefert der Störwert r0949	Prüfen Sie je nach Störwert Folgendes: 10, 11: p1278 ≠ 0, Bremse nicht angeschlossen, Leitungsbruch oder Erdschluss 20: Kurzschluss in der Bremswicklung 30, 31, 40: Bremse nicht angeschlossen oder Kurzschluss in der Bremswicklung 50: Fehler im Safe Brake Relay, in der Control Unit oder im Power Module.
A01631	Motorhaltebremse / SBC Konfiguration nicht sinnvoll	Prüfen und korrigieren Sie die Parametrierung der Motorhaltebremse: Folgende Einstellungen können zu dieser Meldung führen: • p1215 = 0 und p9602 = 1. • p1215 = 3 und p9602 = 1.
F01640, F01641	Komponententausch erkannt und Quittieren / Speichern notwendig	Siehe Abschnitt Instandsetzen (Seite 243).
F01649	Softwarefehler intern	1. Schalten Sie die Versorgungsspannung der Control Unit aus und wieder ein. 2. Wenn nicht quittierbar, tauschen Sie die Control Unit.
F01650	Abnahmetest erforderlich	Siehe Abschnitt Abnahme der Sicherheitsfunktionen (Seite 150).
F01651	Synchronisation Safety-Zeitscheiben fehlgeschlagen	1. Schalten Sie die Versorgungsspannung der Control Unit aus und wieder ein. 2. Wenn nicht quittierbar, tauschen Sie die Control Unit.
F01653	PROFIBUS-Projektierung fehlerhaft.	Prüfen Sie die PROFIBUS-Projektierung des Safety-Slots auf Masterseite und auf der Control Unit.

Meldung	Ursache	Abhilfe
	Die vollständigen Informationen zu den Meldungen finden Sie im Listenhandbuch.	
A01654	PROFIsafe-Projektierung abweichend	Prüfen Sie die PROFIsafe-Projektierung in der übergeordneten Steuerung. • Warnwert r2124 = 1: Entfernen Sie in der übergeordneten F-Steuerung die PROFIsafe-Projektierung oder geben Sie im Antrieb PROFIsafe frei. • Warnwert r2124 = 2: Konfigurieren Sie in der übergeordneten F-Steuerung das passende PROFIsafe-Telegramm.
F01655	Abgleich der Überwachungsfunktionen	1. Prüfen Sie den EMV-gerechten Schaltschrankaufbau und die Leitungsverlegung. 2. Schalten Sie die Versorgungsspannung der Control Unit aus und wieder ein.
F01656	Parameter Motor Module fehlerhaft	1. Nehmen Sie die Sicherheitsfunktionen erneut in Betrieb. 2. Wenn ohne Erfolg, tauschen Sie die Control Unit.
F01658	PROFIsafe-Telegrammnummer ungeeignet	Die PROFIsafe-Telegrammnummer in p60022passt nicht zu den frei gegebenen Sicherheitsfunktionen. Prüfen Sie Folgendes: • Wenn PROFIsafe nicht frei gegeben ist (p9601.3 = 0), darf in p60022 kein PROFIsafe-Telegramm ausgewählt sein. • Wenn PROFIsafe frei gegeben ist (p9601.3 = 1), muss in p60022 ein PROFIsafe-Telegramm ausgewählt sein. • Wenn die Übertragung der F-DI über PROFIsafe gewählt ist (p9501.30 = 1), muss in p60022 das Telegramm 900 ausgewählt sein.
F01659	Schreibauftrag für Parameter abgewiesen	Prüfen Sie die Einstellung der Sicherheitsfunktionen. Mögliche Ursachen der Meldung finden Sie im Listenhandbuch.
F01660	Sichere Funktionen nicht unterstützt	Setzen Sie ein Power Module ein, welches die sicheren Funktionen unterstützt.
F01661	Simulation der Safety Eingänge aktiv	Beenden Sie die Simulation der Digitaleingänge der Control Unit für die F-DI (p0795).
F01662	Fehler interne Kommunikation	1. Schalten Sie die Versorgungsspannung der Control Unit aus und wieder ein. 2. Wenn nicht quittierbar, wenden Sie sich an den technischen Support.
F01663	Kopieren der SI-Parameter abgelehnt	1. Setzen Sie p9700 = 0. 2. Kontrollieren Sie: p9501 ≠ 0 und / oder p9601 ≠ 0. Wenn das der Fall ist, korrigieren Sie die beiden Parameter. 3. Starten Sie die Kopierfunktion nochmals durch Eintragen des entsprechenden Werts in p9700.

Meldung	Ursache	Abhilfe
	Die vollständigen Informationen zu den Meldungen finden Sie im Listenhandbuch.	
F01665	System ist defekt	1. Schalten Sie die Versorgungsspannung der Control Unit aus und wieder ein. 2. Wenn nicht quittierbar, wenden Sie sich an den technischen Support.
A01666, F01666	Statisches 1-Signal am F-DI für sichere Quittierung	Setzen Sie das Signal am F-DI zum Quittieren der Sicherheitsfunktionen auf logisches 0-Signal.
F01680	Prüfsummenfehler sichere Überwachungen	1. Prüfen Sie die sicherheitsrelevanten Parameter. 2. Power-On-Reset
F01681	Parameterwert falsch	Korrigieren Sie den Parameterwert: Störwert (r0949) yyyyxxxx dezimal, yyyy = Zusatzinformation, xxxx = Parameter
F01682	Überwachungsfunktion nicht unterstützt	Wählen Sie die betroffene Überwachungsfunktion ab (p9501, p9601, p9801).
F01683	SLS-Freigabe fehlt	1. Geben Sie die Funktion SLS frei (p9501.0). 2. Sichern Sie die Einstellung (RAM nach ROM kopieren). 3. Power-On-Reset
F01690	Datensicherungsproblem beim NVRAM	Wenden Sie sich an den technischen Support.
F01692	Parameterwert geberlos unzulässig	1. Lesen Sie aus r0949 die (dezimale) Parameternummer mit dem falschen Wert. 2. Korrigieren Sie den Parameterwert der Check-Summen.
A01693, F01693	Safety-Parametrierung geändert Warmstart/POWER ON erforderlich	1. Speichern Sie die Parameter netzausfallsicher (RAM → ROM). 2. Schalten Sie die Versorgungsspannung der Control Unit aus und wieder ein.
A01696	Testanwahl der Bewegungsüberwachungen im Hochlauf	Wählen Sie die Zwangsdynamisierung der erweiterten Funktionen ab und wieder an.
A01697, F01697	Zwangsdynamisierung der erweiterten Funktionen ist erforderlich	Starten Sie die Zwangsdynamisierung. Die Signalquelle zur Auslösung ist in p9705 parametriert.
A01698	Inbetriebnahmemodus aktiv	Keine notwendig.
A01699	Zwangsdynamisierung der Basisfunktionen ist erforderlich	Wählen Sie STO ab und wieder an.
C01700 (Störung)	STOP A ausgelöst	Diese Störung ist in der Regel eine Folge von C01701, C01706, C01714 oder C01716.
C01701 (Störung)	STOP B ausgelöst	Diese Störung ist in der Regel eine Folge von C01706, C01714 oder C01716.
C01706 (Warnung oder Störung) [1)]	SAM/SBR Grenze überschritten	1. Prüfen Sie das Bremsverhalten des Motors. 2. Passen Sie die Toleranz für die Parametrierung der "Sicheren Bremsrampe" an.
C01711 (Warnung) [1)]	Defekt in einem Überwachungskanal Genauere Informationen liefert der Störwert r2124.	Die vollständige Liste der Störwerte r2124 finden Sie im Listenhandbuch. 0 … 2: Fehler beim kreuzweisen Datenvergleich zwischen Prozessor 1 und Prozessor 2. Abhilfe: Siehe Listenhandbuch.

Meldung	Ursache	Abhilfe
	Die vollständigen Informationen zu den Meldungen finden Sie im Listenhandbuch.	
		3: Differenz des Lageistwert (r9713) zwischen den beiden Überwachungskanälen ist größer als die Toleranz in p9542. Siehe auch Abschnitt: Getriebefaktor und Istwerttoleranz einstellen (Seite 105). 4 … 43: Fehler beim kreuzweisen Datenvergleich zwischen Prozessor 1 und Prozessor 2. Abhilfe: Siehe Listenhandbuch. 44 … 57: Der Toleranzwert für die Überwachungsfunktion ist zwischen den beiden Überwachungskanälen unterschiedlich. Siehe auch Abschnitt: Getriebefaktor und Istwerttoleranz einstellen (Seite 105). 58 … 999: Fehler beim kreuzweisen Datenvergleich zwischen Prozessor 1 und Prozessor 2. Abhilfe: Siehe Listenhandbuch. 1000: Kontrolltimer abgelaufen. • Zu viele Signalwechsel am F-DI Abhilfe: • Prüfen Sie die Verdrahtung der F-DI (Kontaktprobleme). 1001: Initialisierungsfehler des Kontrolltimers. • Abhilfe: Power-On-Reset • Firmware des Umrichters hochrüsten 1005: Impulse bereits gelöscht bei Teststop-Anwahl. 1011: Abnahmeteststatus zwischen den Überwachungskanälen unterschiedlich. • Diagnose im Listenhandbuch unter r9571. 1020: Ausfall der zyklischen Kommunikation zwischen den Überwachungskanälen. • Abhilfe: Power-On-Reset • Tauschen Sie die Control Unit oder den Umrichter. 1040: Impulse bei aktiven geberlosen Überwachungsfunktionen gelöscht. • Wählen Sie die aktive Sicherheitsfunktion ab. Wählen Sie STO an- und wieder ab. • Mit aktiver Überwachungsfunktion SLS müssen Sie den Motor innerhalb von 5 s nach STO-Abwahl einschalten. 1041: Strombetrag zu gering für die geberlose Istwerterfasung. • Reduzieren Sie den Minimalstrom (p9588). 1042: Plausibilitätsfehler Strom oder Spannung. • Erhöhen Sie Hoch- und Rücklaufzeit (p1120/p1121). • Prüfen Sie, ob Strom- und Drehzahlregelung korrekt eingestellt sind (Momentenbildender, feldbildender Strom und Drehzahlistwert dürfen nicht schwingen). • Reduzieren Sie die Dynamik des Sollwertes. • Erhöhen Sie den Minimalstrom (p9588). • Halten Sie eine ausreichende Wartezeit vor dem Einschalten des Motors ein, siehe auch:

Meldung	Ursache	Abhilfe
	Die vollständigen Informationen zu den Meldungen finden Sie im Listenhandbuch.	
		– Motor einschalten bei aktivem SLS (Seite 191) – Motor einschalten bei aktivem SSM (Seite 203) – Motor einschalten bei aktivem SDI (Seite 209) 1043: Zu viele Beschleunigungsvorgänge. • Erhöhen Sie die Spannungstoleranz (p9589). • Erhöhen Sie die Hoch- und Rücklaufzeit (p1120/p1121). • Prüfen Sie korrekte Einstellung von Strom- und Drehzahlregelung (Momentenbildender, feldbildender Strom und Drehzahlistwert dürfen nicht schwingen). • Reduzieren Sie die Dynamik des Sollwerts. 1044: Plausibilitätsfehler Stromistwerte. 6000 … 6166: Die Bedeutung der Meldungswerte ist in der Safety-Störung F01611 beim Störwert r0949 beschrieben.
C01712 (Warnung) [1]	Defekt bei F-IO-Verarbeitung	1. Prüfen Sie die Verdrahtung der F-DI. 2. Prüfen Sie die Einstellung der Sicherheitsfunktionen. 3. Führen Sie einen Abnahmetest durch.
C01714 (Warnung) [1]	Sicher begrenzte Geschwindigkeit überschritten	1. Prüfen Sie den Drehzahlsollwert, der von der übergeordneten Steuerung kommt. 2. Prüfen Sie die SLS-Grenzen.
C01716 (Störung)	Toleranz für sichere Bewegungsrichtung überschritten	Prüfen Sie die Einstellung der Toleranz für die Funktion SDI.
C01770 (Störung)	Diskrepanzfehler der sicheren Eingänge oder Ausgänge	Prüfen Sie die Verdrahtung der F-DI.
A01772	Teststop sichere Eingänge/Ausgänge aktiv	Die Warnung verschwindet automatisch nach erfolgreichem Beenden oder Abbruch (Fehlerfall) der Zwangsdynamisierung (Teststop).
F01773	Teststop fehlerhaft	1. Prüfen Sie die Verdrahtung des sicheren Ausgangs. 2. Starten Sie die Zwangsdynamisierung.
A01774	Teststop notwendig	Die Zeit zur Durchführung der Zwangsdynamisierung (Teststop) ist abgelaufen (p10003). Starten Sie die Zwangsdynamisierung des sicheren Ausgangs.
A01795	Wartezeit nach Verlassen der sicheren Impulslöschung abgelaufen	Die Wartezeit von 5 Sekunden ist abgelaufen, ohne dass der Motor eingeschaltet wurde. Siehe auch Abschnitte: • Motor einschalten bei aktivem SLS (Seite 191) • Motor einschalten bei aktivem SSM (Seite 203) • Motor einschalten bei aktivem SDI (Seite 209)
A01796	Warten auf Kommunikation	• Prüfen Sie den Betriebszustand des F-Hosts. • Prüfen Sie die Kommunikationsverbindung zum F-Host.
C01798 (Warnung)	Teststop läuft	Keine notwendig. Der Umrichter nimmt die Meldung nach dem Ende der Zwangsdynamisierung zurück.
C01799 (Warnung)	Abnahmetestmodus aktiv	Keine notwendig. Der Umrichter nimmt die Meldung nach dem Ende des Abnahmetestmodus zurück.

Meldung	Ursache	Abhilfe
	Die vollständigen Informationen zu den Meldungen finden Sie im Listenhandbuch.	
F30600	STOP A ausgelöst. Genauere Informationen liefert der Störwert r0949	1. Wählen Sie STO an. 2. Wählen Sie STO ab. 3. Wenn nicht quittierbar, tauschen Sie die Control Unit.
F30611	Defekt in einem Überwachungskanal. Genauere Informationen liefert der Störwert r0949	Störwerte und Abhilfe sind beschrieben unter der Störung F01611.
A30620, F30620	Sicher abgeschaltetes Moment aktiv	Keine notwendig.
A30621, F30621	Safe Stop 1 aktiv	Keine notwendig.
F30625	Lebenszeichen in Safety-Daten fehlerhaft	1. Wählen Sie STO an. 2. Wählen Sie STO ab. 3. Wenn nicht quittierbar, tauschen Sie die Control Unit.
F30630	Bremsenansteuerung fehlerhaft	1. Prüfen Sie Folgendes: – p1278 = 0. – Anschluss der Motorhaltebremse – Funktion der Motorhaltebremse – EMV-gerechten Schaltschrankaufbau und Leitungsverlegung 2. Wählen Sie STO an und wieder ab.
F30631		
F30649	Softwarefehler intern	1. Schalten Sie die Versorgungsspannung der Control Unit aus und wieder ein. 2. Wenn nicht quittierbar, wenden Sie sich an den technischen Support.
F30650	Abnahmetest erforderlich	Siehe Abschnitt Abnahme der Sicherheitsfunktionen (Seite 150).
F30651	Synchronisation mit Control Unit fehlgeschlagen	1. Schalten Sie die Versorgungsspannung der Control Unit aus und wieder ein. 2. Wenn nicht quittierbar, wenden Sie sich an den technischen Support.
F30655	Abgleich der Überwachungsfunktionen	1. Prüfen Sie den EMV-gerechten Schaltschrankaufbau und die Leitungsverlegung. 2. Schalten Sie die Versorgungsspannung der Control Unit aus und wieder ein.
F30656	Parameter Motor Module fehlerhaft	1. Nehmen Sie die Sicherheitsfunktionen erneut in Betrieb. 2. Wenn ohne Erfolg, tauschen Sie die Control Unit.
F30659	Schreibauftrag für Parameter abgewiesen	Überprüfen Sie Folgendes: • Passwort • Rücksetzen auf Werkseinstellung nur mit gesperrten Sicherheitsfunktionen

Meldung	Ursache	Abhilfe
	Die vollständigen Informationen zu den Meldungen finden Sie im Listenhandbuch.	
F30662	Fehler interne Kommunikation	1. Schalten Sie die Versorgungsspannung der Control Unit aus und wieder ein. 2. Wenn nicht quittierbar, wenden Sie sich an den technischen Support.
F30664	Fehler in der Hochlaufphase	Power-On-Reset. Wenn nicht quittierbar, wenden Sie sich an den technischen Support.
F30665	System ist defekt	1. Schalten Sie die Versorgungsspannung der Control Unit aus und wieder ein. 2. Wenn nicht quittierbar, tauschen Sie die Control Unit.
A30666, F30666	Statisches 1-Signal am F-DI für sichere Quittierung	Setzen Sie den Eingang F-DI für Quittierung der Sicherheitsfunktionen auf 0-Signal.
F30672	Control Unit Software inkompatibel	Die vorhandene Control Unit unterstützt die Sicherheitsfunktionen nicht. Setzen Sie die passende Control Unit ein.
F30680	Prüfsummenfehler sichere Überwachungen	1. Prüfen Sie die Einstellung der Sicherheitsfunktionen 2. Schalten Sie die Versorgungsspannung der Control Unit aus und wieder ein.
F30681	Parameterwert falsch	Korrigieren Sie den Parameterwert: Störwert (r0949) yyyyxxxx dezimal, yyyy = Zusatzinformation, xxxx = Parameter
F30682	Überwachungsfunktion nicht unterstützt	Wählen Sie die betroffene Überwachungsfunktion ab (p9501, p9601, p9801).
F30683	SLS-Freigabe fehlt	1. Geben Sie die Funktion SLS frei (p9501.0). 2. Sichern Sie die Einstellung (RAM nach ROM kopieren). 3. Schalten Sie die Versorgungsspannung der Control Unit aus und wieder ein.
F30692	Parameterwert falsch geberlos	Korrigieren den Parameterwert.
A30693, F30693	Safety-Parametrierung geändert Warmstart/POWER ON erforderlich	1. Speichern Sie die Einstellungen netzausfallsicher (RAM → ROM). 2. Schalten Sie die Versorgungsspannung der Control Unit aus und wieder ein.
C30700 (Störung)	STOP A ausgelöst	Diese Störung ist in der Regel eine Folge von C30701, C30706, C30714 oder C30716.
C30701 (Störung)	STOP B ausgelöst	Diese Störung ist in der Regel eine Folge von C30706, C30714 oder C30716.
C30706 (Warnung oder Störung) [1)]	SAM/SBR Grenze überschritten	1. Prüfen Sie das Bremsverhalten des Motors. 2. Passen Sie die Toleranz für die Parametrierung der "Sicheren Bremsrampe" an.
C30711 (Warnung) [1)]	Defekt in einem Überwachungskanal. Genauere Informationen liefert der Störwert r2124.	Diagnose der Störwerte und Abhilfe sind unter der Meldung C01711 beschrieben.
C30712 (Warnung) [1)]	Defekt bei F-IO-Verarbeitung	1. Prüfen Sie die Verdrahtung der F-DI. 2. Prüfen Sie die Einstellung der Sicherheitsfunktionen. 3. Führen Sie einen Abnahmetest durch.

Meldung	Ursache	Abhilfe
	Die vollständigen Informationen zu den Meldungen finden Sie im Listenhandbuch.	
C30714 (Warnung) [1]	Sicher begrenzte Geschwindigkeit überschritten	1. Prüfen Sie den Drehzahlsollwert, der von der übergeordneten Steuerung kommt. 2. Prüfen Sie die SLS-Grenzen.
C30716 (Störung)	Toleranz für sichere Bewegungsrichtung überschritten	Prüfen Sie die Toleranz für die Funktion "SDI".
30730		
C30770 (Störung)	Diskrepanzfehler der sicheren Eingänge oder Ausgänge	Prüfen Sie die Verdrahtung der F-DI.
C30798 (Warnung)	Teststop läuft	Keine notwendig. Der Umrichter nimmt die Meldung nach dem Ende der Zwangsdynamisierung zurück.
C30799 (Warnung)	Abnahmetestmodus aktiv	Keine notwendig. Der Umrichter nimmt die Meldung nach dem Ende des Abnahmetestmodus zurück.
[1] Wenn die Sicherheitsfunktionen des Umrichters frei gegeben sind, löst diese Warnung eine STOP-Reaktion und eine Störung des Umrichters aus.		

Instandsetzen 7

7.1 Betriebssicherheit aufrechterhalten

Verantwortung für Betriebssicherheit

Als Betreiber oder Zulieferer von Anlagen oder Maschinen mit sicherheitsgerichteten Ausprägungen sind Sie verantwortlich für die Betriebssicherheit Ihrer Anlage oder Maschine. Sie sind daher verpflichtet, sich zu den eingesetzten Produkten laufend zu informieren.

⚠ WARNUNG

Lebensgefahr durch den Einsatz fehlerhafter Komponenten in sicherheitsgerichteten Anlagen

Die Missachtung aktueller Produktentwicklungen und -eigenschaften kann zu erhöhten Unfallrisiken in sicherheitsgerichteten Anlagen und Maschinen führen.

- Abonnieren Sie den entsprechenden Newsletter.
- Ändern Sie gegebenenfalls Ihre Maschine oder Anlage, so dass die Anforderungen der Sicherheitsfunktionen immer erfüllt sind.

Newsletter abonnieren

Vorgehen

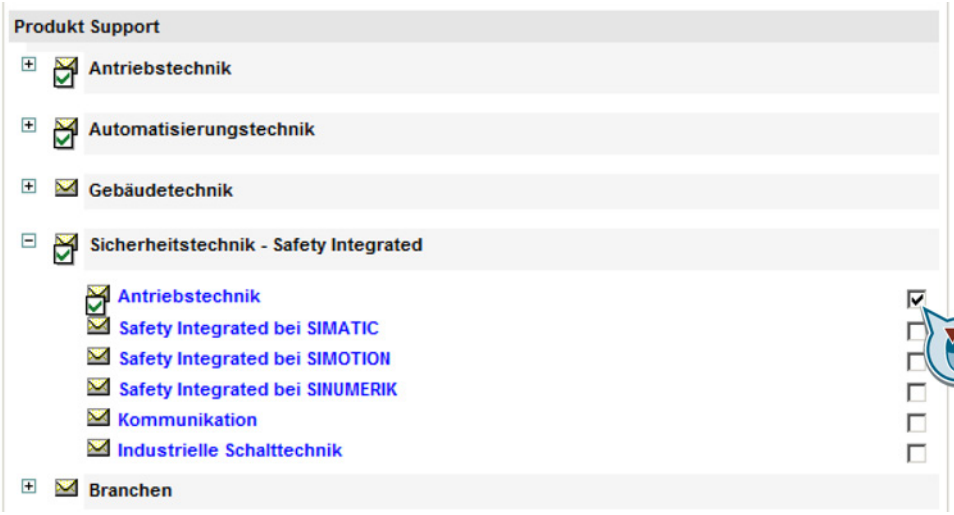
1
2

Um einen Newsletter für Umrichter mit integrierter Sicherheitstechnik zu abonnieren, gehen Sie folgendermaßen vor:

1. Öffnen Sie im Internet die folgende Seite: Siemens Automatisierungstechnik (www.automation.siemens.de).
2. Öffnen Sie auf dieser Seite den Ordner "Support".
3. Wählen Sie im Ordner "Support" den Link "Newsletter".
4. Wählen Sie "Login" und melden Sie sich mit Ihren Zugangsdaten an.

   Wenn Sie sich noch nicht registriert haben, wählen Sie "Registrieren" und geben Sie ihre Zugangsdaten ein.
5. Wählen Sie im Bereich "Auswahl der Dokumentart für Themen- und Produktnewsletter" die Art der Dokumente, über die Sie informiert werden möchten.
6. Öffnen Sie unter "Produkt Support" den Ordner "Sicherheitstechnik - Safety Integrated".

7. Wählen Sie mindestens den Newsletter "Antriebstechnik".



8. Wählen Sie bei Bedarf weitere Newsletter.
9. Speichern Sie Ihre Einstellungen mit der entsprechenden Schaltfläche.

Sie haben den Newsletter für Umrichter mit integrierter Sicherheitstechnik abonniert.

7.2 Komponenten der modularen Umrichter SINAMICS G120/G120D/G110M tauschen

7.2.1 Übersicht zum Tausch von Umrichterkomponenten

Zulässiger Komponententausch

Im Falle einer dauerhaften Funktionsstörung müssen Sie Power Module oder Control Unit tauschen. Power Module und Control Unit des Umrichters lassen sich unabhängig voneinander tauschen.

Tausch des Power Modules		Tausch der Control Unit	
Ersatz: • gleicher Typ • gleiche Leistung	Ersatz: • gleicher Typ • gleicher Frame Size • *größere* Leistung	Ersatz: • gleicher Typ • gleiche Firmware-Version	Ersatz: • gleicher Typ • *höhere* Firmware-Version (z. B. FW V4.2 durch FW V4.3 ersetzen)
	Power Module und Motor müssen zueinander passen (Verhältnis der Bemessungsleistung von Motor und Power Module > 1/8)	Nach dem Tausch der Control Unit müssen Sie die Einstellungen des Umrichters wiederherstellen.	

⚠ WARNUNG

Verletzungsgefahr durch unkontrollierte Bewegungen des Antriebs

Der Tausch von Umrichtern unterschiedlichen Typs kann zu unkontrollierten Bewegungen des Antriebs führen.

- Nehmen Sie in allen Fällen, die laut obiger Tabelle nicht zugelassen sind, den Antrieb nach einem Umrichtertausch neu in Betrieb.

Besonderheit bei Kommunikation über PROFINET: Gerätetausch ohne Wechselmedium

Der Umrichter unterstützt die PROFINET-Funktionalität Gerätetausch ohne Wechselmedium.

Voraussetzung

In Ihrer übergeordneten Steuerung ist die Topologie des PROFINET IO-Systems mit den betreffenden IO-Devices projektiert.

Gerätetausch

Der Tausch der Control Unit ist möglich, ohne dass ein Wechselmedium (z. B. eine Speicherkarte) mit dem gespeichertem Gerätenamen im Umrichter gesteckt sein muss oder ohne dass Sie den Gerätenamen mit dem PG erneut zuweisen müssen.

Details zum Gerätetausch ohne Wechselmedium finden Sie in der PROFINET-Systembeschreibung (http://support.automation.siemens.com/WW/view/de/19292127).

7.2.2 Control Unit tauschen mit freigegebener Sicherheitsfunktion

Control Unit tauschen mit Datensicherung auf Speicherkarte

Voraussetzung

Sie haben eine Speicherkarte mit den aktuellen Einstellungen der zu tauschenden Control Unit.

Wenn Sie eine Speicherkarte mit Firmware verwenden, erhalten Sie nach dem Tausch eine exakte Kopie (Firmware und Einstellungen) der getauschten Control Unit.

Vorgehen

Um die Control Unit zu tauschen, gehen Sie folgendermaßen vor:

1. Schalten Sie die Netzspannung des Power Modules und - falls vorhanden - die externe 24-V-Versorgung bzw. Spannung für die Digitalausgänge der Control Unit ab.
2. Lösen Sie die Signalleitungen von der Control Unit.
3. Demontieren Sie die defekte Control Unit.
4. Nehmen Sie die Speicherkarte aus der alten Control Unit heraus und stecken diese in die neue Control Unit.
5. Montieren Sie die neue Control Unit auf dem Power Module. Die neue Control Unit muss die gleiche Bestellnummer und die gleiche oder eine höhere Firmware-Version haben wie die ausgetauschte Control Unit.
6. Schließen Sie die Signalleitungen der Control Unit wieder an.
7. Schalten Sie die Netzspannung wieder ein.
8. Der Umrichter lädt die Einstellungen von der Speicherkarte.
9. Prüfen Sie, was der Umrichter nach dem Laden meldet.
   - Warnung A01028:

     Die geladenen Einstellungen sind nicht mit dem Umrichter kompatibel.

     Löschen Sie die Warnung mit p0971 = 1 und nehmen Sie den Antrieb neu in Betrieb.
   - Störung F01641:

     Quittieren Sie die Meldung.

     Führen Sie einen **reduzierten** Abnahmetest durch, siehe Abschnitt: Reduzierte Abnahme nach Komponententausch (Seite 258).

Sie haben die Control Unit getauscht und die Einstellungen der Sicherheitsfunktionen von der Speicherkarte auf die neue Control Unit übertragen.

Control Unit tauschen mit Datensicherung im PC

Voraussetzung

Sie haben die aktuellen Einstellungen der zu tauschenden Control Unit mit dem STARTER auf einem PC gesichert.

Vorgehen

Um die Control Unit zu tauschen, gehen Sie folgendermaßen vor:

1. Schalten Sie die Netzspannung des Power Modules und - falls vorhanden - die externe 24-V-Versorgung bzw. die Spannung für die Digitalausgänge der Control Unit ab.
2. Lösen Sie die Signalleitungen der Control Unit.
3. Demontieren Sie die defekte Control Unit.
4. Montieren Sie die neue Control Unit auf dem Power Module.
5. Schließen Sie die Signalleitungen der Control Unit wieder an.
6. Schalten Sie die Netzspannung wieder ein.
7. Öffnen Sie das zum Antrieb passende Projekt im STARTER.
8. Gehen Sie online und übertragen Sie die Einstellungen vom PC in den Umrichter mit der Schaltfläche .
   Nach dem Download meldet der Umrichter Störungen. Ignorieren Sie diese Störungen, da sie durch die folgenden Schritte automatisch quittiert werden.
9. Wählen Sie im STARTER die Maske der Sicherheitsfunktionen.
10. Wählen Sie die Schaltfläche "Einstellungen ändern".
11. Wählen Sie die Schaltfläche "Einstellungen aktivieren".
12. Sichern Sie Ihre Einstellungen (RAM nach ROM kopieren).
13. Schalten Sie die Versorgungsspannung des Umrichters aus.
14. Warten Sie, bis alle LED auf dem Umrichter dunkel sind.
15. Schalten Sie die Versorgungsspannung des Umrichters wieder ein (Power-On-Reset).
16. Führen Sie einen **reduzierten** Abnahmetest durch, siehe Abschnitt Reduzierte Abnahme nach Komponententausch (Seite 258).

Sie haben die Control Unit getauscht und die Einstellungen der Sicherheitsfunktionen vom PC auf die neue Control Unit übertragen.

Control Unit tauschen mit Datensicherung im Operator Panel

Voraussetzung

Sie haben die aktuellen Einstellungen der zu tauschenden Control Unit auf einem Operator Panel gesichert.

Vorgehen

Um die Control Unit zu tauschen, gehen Sie folgendermaßen vor:

1. Schalten Sie die Netzspannung des Power Modules und - falls vorhanden - die externe 24-V-Versorgung bzw. die Spannung für die Digitalausgänge der Control Unit ab.
2. Lösen Sie die Signalleitungen der Control Unit.
3. Demontieren Sie die defekte Control Unit.
4. Montieren Sie die neue Control Unit auf dem Power Module.
5. Schließen Sie die Signalleitungen der Control Unit wieder an.
6. Schalten Sie die Netzspannung wieder ein.
7. Stecken Sie das Operator Panel auf die Control Unit oder verbinden Sie das Handheld des Operator Panels mit dem Umrichter.
8. Übertragen Sie die Einstellungen vom Operator Panel in den Umrichter.
9. Warten Sie, bis die Übertragung beendet ist.
10. Prüfen Sie, ob der Umrichter nach dem Laden die Warnung A01028 meldet.
    - Warnung A01028:

      Die geladenen Einstellungen sind nicht mit dem Umrichter kompatibel.

      Löschen Sie die Warnung mit p0971 = 1 und nehmen Sie den Antrieb neu in Betrieb.
    - Keine Warnung A01028: Weiter mit dem nächsten Schritt.
11. Schalten Sie die Versorgungsspannung des Umrichters aus.
12. Warten Sie, bis alle LED auf dem Umrichter dunkel sind.
13. Schalten Sie die Versorgungsspannung des Umrichters wieder ein (Power-On-Reset).

    Der Umrichter meldet die Störungen F01641, F01650, F01680 und F30680. Ignorieren Sie diese Störungen, da sie durch die folgenden Schritte automatisch quittiert werden.
14. Setzen Sie p0010 = 95.
15. Setzen Sie p9761 auf das Safety-Passwort.
16. Setzen Sie p9701 = AC hex.
17. Setzen Sie p0010 = 0.
18. Sichern Sie die Einstellungen netzausfallsicher:
    - Beim BOP-2 im Menü "EXTRAS" - "RAM-ROM".
    - Beim IOP im Menü "SPEICHERN RAM TO ROM".
19. Schalten Sie die Versorgungsspannung des Umrichters aus.
20. Warten Sie, bis alle LED auf dem Umrichter dunkel sind.
21. Schalten Sie die Versorgungsspannung des Umrichters wieder ein (Power-On-Reset).
22. Führen Sie einen **reduzierten** Abnahmetest durch, siehe Abschnitt Reduzierte Abnahme nach Komponententausch (Seite 258).

Sie haben die Control Unit getauscht und die Einstellungen der Sicherheitsfunktionen vom Operator Panel auf die neue Control Unit übertragen.

7.2.3 Control Unit tauschen ohne Datensicherung

Ohne Sicherung der Einstellungen müssen Sie den Antrieb nach dem Tausch der Control Unit neu inbetriebnehmen.

Vorgehen

Um die Control Unit ohne gesicherte Einstellungen zu tauschen, gehen Sie folgendermaßen vor:

1. Schalten Sie die Netzspannung des Power Modules und - falls vorhanden - die externe 24-V-Versorgung bzw. die Spannung für die Digitalausgänge der Control Unit ab.
2. Lösen Sie die Signalleitungen der Control Unit.
3. Demontieren Sie die defekte Control Unit.
4. Montieren Sie die neue Control Unit auf dem Power Module.
5. Schließen Sie die Signalleitungen der Control Unit wieder an.
6. Schalten Sie die Netzspannung wieder ein.
7. Nehmen Sie den Antrieb neu in Betrieb.

Nach der erfolgreichen Inbetriebnahme ist der Tausch der Control Unit abgeschlossen.

7.2.4 Power Module tauschen bei freigegebener Sicherheitsfunktion

⚠GEFAHR

Lebensgefahr durch Berühren der Power-Module-Anschlüsse unter Spannung

Nach dem Abschalten der Netzspannung dauert es bis zu 5 Minuten, bis die Kondensatoren im Power Module so weit entladen sind, dass die Restspannung ungefährlich ist. Beim Berühren unter Spannung stehender Teile erleiden Sie Tod oder schwere Verletzungen.

- Prüfen Sie die Spannungsfreiheit an den Power-Module-Anschlüssen, bevor Sie Installationsarbeiten durchführen.

ACHTUNG

Sachschaden durch Vertauschen der Anschlussleitungen des Motors

Durch das Vertauschen zweier Phasen der Motorleitung kehrt sich die Drehrichtung des Motors um. Ein in verkehrter Richtung drehender Motor kann die Maschine oder Anlage beschädigen.

- Schließen Sie die drei Phasen der Motorleitungen in der richtigen Reihenfolge an.
- Kontrollieren Sie nach dem Tausch des Power Moduls die Drehrichtung des Motors.

Vorgehen

Um ein Power Module zu tauschen, gehen Sie folgendermaßen vor:

1. Schalten Sie die Netzspannung des Power Modules aus.
   Die eventuell vorhandene externe 24-V-Versorgung der Control Unit dürfen Sie eingeschaltet lassen.
2. Entfernen Sie die Anschlussleitungen des Power Modules.
3. Demontieren Sie die Control Unit vom Power Module.
4. Tauschen Sie das Power Module.
5. Montieren Sie die Control Unit auf dem neuen Power Module.
6. Verdrahten Sie das neue Power Module mit den Anschlussleitungen.
7. Schalten Sie die Netzspannung und gegebenenfalls die 24-V-Versorgung der Control Unit ein.
8. Der Umrichter meldet F01641.
9. Führen Sie einen reduzierten Abnahmetest durch, siehe Abschnitt Reduzierte Abnahme nach Komponententausch (Seite 258).

Sie haben das Power Module erfolgreich getauscht.

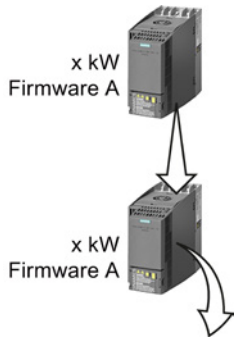
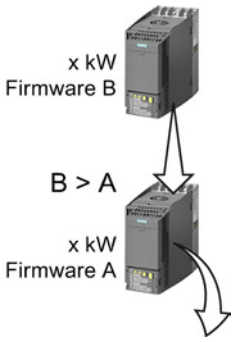
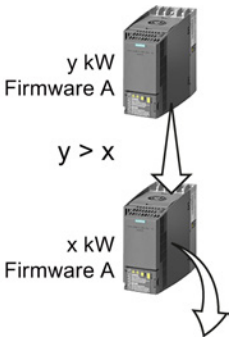
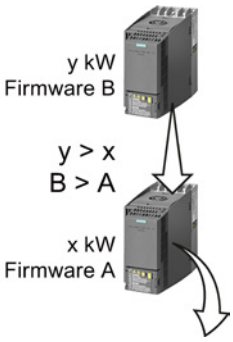
7.3 Umrichter SINAMICS G120C oder SIMATIC ET 200pro FC-2 tauschen

7.3.1 Übersicht zum Umrichtertausch

Im Falle einer dauerhaften Funktionsstörung müssen Sie den Umrichter ersetzen.

Übersicht

In den folgenden Fällen dürfen Sie den Umrichter tauschen:

Ersatz: • gleiche Feldbus-Schnittstelle • gleiche Leistung • gleiche Firmware-Version	Ersatz: • gleiche Feldbus-Schnittstelle • gleiche Leistung • *höhere* Firmware-Version (z. B. FW V4.2 durch FW V4.3 ersetzen)	Ersatz: • gleiche Feldbus-Schnittstelle • gleicher Frame Size • *größere* Leistung • gleiche Firmware-Version	Ersatz: • gleiche Feldbus-Schnittstelle • gleicher Frame Size • *größere* Leistung • *höhere* Firmware-Version (z. B. FW V4.2 durch FW V4.3 ersetzen)
			
		Umrichter und Motor müssen zueinander passen (Verhältnis der Bemessungsleistung von Motor und Umrichter > 1/8)	

Nach dem Tausch müssen Sie die Einstellungen des Umrichters wiederherstellen.

⚠WARNUNG

Verletzungsgefahr durch unkontrollierte Bewegungen des Antriebs

Der Tausch von Umrichtern unterschiedlichen Typs kann zu unkontrollierten Bewegungen des Antriebs führen.

- Nehmen Sie in allen Fällen, die laut obiger Tabelle nicht zugelassen sind, den Antrieb nach einem Umrichtertausch neu in Betrieb.

Besonderheit bei Kommunikation über PROFINET: Gerätetausch ohne Wechselmedium

Der Umrichter unterstützt die PROFINET-Funktionalität Gerätetausch ohne Wechselmedium.

Voraussetzung

In Ihrer übergeordneten Steuerung ist die Topologie des PROFINET IO-Systems mit den betreffenden IO-Devices projektiert.

Gerätetausch

Der Tausch des Umrichters ist möglich, ohne dass ein Wechselmedium (z. B. eine Speicherkarte) mit dem gespeichertem Gerätenamen im Umrichter gesteckt sein muss oder ohne dass Sie den Gerätenamen mit dem PG erneut zuweisen müssen.

Details zum Gerätetausch ohne Wechselmedium finden Sie in der PROFINET-Systembeschreibung (http://support.automation.siemens.com/WW/view/de/19292127).

7.3.2 Umrichter tauschen mit freigegebener Sicherheitsfunktion

⚠GEFAHR

Lebensgefahr durch Berühren der Power-Module-Anschlüsse unter Spannung

Nach dem Abschalten der Stromversorgung dauert es bis zu 5 Minuten, bis die Kondensatoren im Umrichter so weit entladen sind, dass die Restspannung ungefährlich ist. Beim Berühren unter Spannung stehender Teile erleiden Sie Tod oder schwere Verletzungen.

- Prüfen Sie die Spannungsfreiheit an den Anschlüssen des Umrichters, bevor Sie Installationsarbeiten durchführen.

ACHTUNG

Sachschaden durch **Vertauschen der Anschlussleitungen des Motors**

Durch das Vertauschen zweier Phasen der Motorleitung kehrt sich die Drehrichtung des Motors um. Ein in verkehrter Richtung drehender Motor kann die Maschine oder Anlage beschädigen.

- Schließen Sie die drei Phasen der Motorleitungen in der richtigen Reihenfolge an.
- Kontrollieren Sie nach dem Tausch des Power Moduls die Drehrichtung des Motors.

Umrichter tauschen mit Datensicherung auf Speicherkarte

Vorgehen

Um den Umrichter zu tauschen, gehen Sie folgendermaßen vor:

1. Schalten Sie die Netzspannung des Umrichters und - falls vorhanden - die externe 24-V-Versorgung bzw. Spannung für die Digitalausgänge des Umrichters ab.
2. Entfernen Sie die Anschlussleitungen des Umrichters.
3. Demontieren Sie den defekten Umrichter.
4. Montieren Sie den neuen Umrichter.
5. Nehmen Sie die Speicherkarte aus dem alten Umrichter heraus und stecken diese in den neuen Umrichter.
6. Schließen Sie alle Leitungen an den Umrichter an.
7. Schalten Sie die Netzspannung und - falls vorhanden - die externe 24-V-Versorgung bzw. Spannung für die Digitalausgänge des Umrichters wieder ein.
8. Der Umrichter lädt die Einstellungen von der Speicherkarte.
9. Prüfen Sie, ob der Umrichter nach dem Laden die Warnung A01028 meldet.
   - Warnung A01028:

     Die geladenen Einstellungen sind nicht mit dem Umrichter kompatibel.

     Löschen Sie die Warnung mit p0971 = 1 und nehmen Sie den Antrieb neu in Betrieb.
   - Keine Warnung A01028:

     Führen Sie einen **reduzierten** Abnahmetest durch, siehe Abschnitt: Reduzierte Abnahme nach Komponententausch (Seite 258).

Sie haben den Umrichter getauscht und die Einstellungen der Sicherheitsfunktionen von der Speicherkarte auf den neuen Umrichter übertragen.

Umrichter tauschen mit Datensicherung im PC

Vorgehen

Um den Umrichter zu tauschen, gehen Sie folgendermaßen vor:

1. Schalten Sie die Netzspannung des Umrichters und - falls vorhanden - die externe 24-V-Versorgung bzw. Spannung für die Digitalausgänge des Umrichters ab.
2. Entfernen Sie die Anschlussleitungen des Umrichters.
3. Demontieren Sie den defekten Umrichter.
4. Montieren Sie den neuen Umrichter.
5. Schließen Sie alle Leitungen an den Umrichter an.
6. Schalten Sie die Netzspannung und - falls vorhanden - die externe 24-V-Versorgung bzw. Spannung für die Digitalausgänge des Umrichters wieder ein.
7. Öffnen Sie das zum Antrieb passende Projekt im STARTER.
8. Gehen Sie und übertragen Sie die Einstellungen vom PC in den Umrichter mit der Schaltfläche .

   Nach dem Download meldet der Umrichter Störungen. Ignorieren Sie diese Störungen, da sie durch die folgenden Schritte automatisch quittiert werden.
9. Wählen Sie im STARTER die Maske der Sicherheitsfunktionen.
10. Wählen Sie die Schaltfläche "Einstellungen ändern".
11. Wählen Sie die Schlatfläche "Einstellungen aktivieren".
12. Sichern Sie Ihre Einstellungen (RAM nach ROM kopieren).
13. Schalten Sie die Versorgungsspannung des Umrichters aus.
14. Warten Sie, bis alle LED auf dem Umrichter dunkel sind.
15. Schalten Sie die Versorgungsspannung des Umrichters wieder ein (Power-On-Reset).
16. Führen Sie einen **reduzierten** Abnahmetest durch, siehe Abschnitt Reduzierte Abnahme nach Komponententausch (Seite 258).

Sie haben den Umrichter getauscht und die Einstellungen der Sicherheitsfunktionen vom PC auf den neuen Umrichter übertragen.

Umrichter tauschen mit Datensicherung im Operator Panel (BOP-2 oder IOP)

Vorgehen

Um den Umrichter zu tauschen, gehen Sie folgendermaßen vor:

1. Schalten Sie die Netzspannung des Umrichters und - falls vorhanden - die externe 24-V-Versorgung bzw. Spannung für die Digitalausgänge des Umrichters ab.
2. Entfernen Sie die Anschlussleitungen des Umrichters.
3. Demontieren Sie den defekten Umrichter.
4. Montieren Sie den neuen Umrichter.
5. Schließen Sie alle Leitungen an den Umrichter an.
6. Schalten Sie die Netzspannung und - falls vorhanden - die externe 24-V-Versorgung bzw. Spannung für die Digitalausgänge des Umrichters wieder ein.
7. Stecken Sie das Operator Panel auf den Umrichter.
8. Übertragen Sie die Einstellungen vom Operator Panel in den Umrichter, z. B. beim BOP-2 im Menü "EXTRAS" - "FROM BOP".
9. Warten Sie, bis die Übertragung beendet ist.

   Nach dem Download meldet der Umrichter Störungen. Ignorieren Sie diese Störungen, da sie durch die folgenden Schritte automatisch quittiert werden.
10. Schalten Sie die Versorgungsspannung des Umrichters aus.
11. Warten Sie, bis alle LED auf dem Umrichter dunkel sind.
12. Schalten Sie die Versorgungsspannung des Umrichters wieder ein (Power-On-Reset).
13. Führen Sie einen **reduzierten** Abnahmetest durch, siehe Abschnitt Reduzierte Abnahme nach Komponententausch (Seite 258).

Sie haben den Umrichter getauscht und die Einstellungen der Sicherheitsfunktionen vom Operator Panel auf den neuen Umrichter übertragen.

7.3.3 Umrichter tauschen ohne Datensicherung

Ohne Sicherung der Einstellungen müssen Sie den Antrieb nach dem Tausch des Umrichters neu inbetriebnehmen.

Vorgehen

Um den Umrichter zu tauschen, gehen Sie folgendermaßen vor:

1. Schalten Sie die Netzspannung des Umrichters und - falls vorhanden - die externe 24-V-Versorgung bzw. die Spannung für die Digitalausgänge des Umrichters ab.
2. Entfernen Sie die Anschlussleitungen des Umrichters.
3. Demontieren Sie den defekten Umrichter.
4. Montieren Sie den neuen Umrichter.
5. Schließen Sie alle Leitungen an den Umrichter an.
6. Schalten Sie die Netzspannung und - falls vorhanden - die externe 24-V-Versorgung bzw. Spannung für die Digitalausgänge des Umrichters wieder ein.
7. Nehmen Sie den Antrieb neu in Betrieb.

Nach der erfolgreichen Inbetriebnahme ist der Tausch des Umrichters abgeschlossen.

7.4 Reduzierte Abnahme nach Komponententausch

Nach einem Komponententausch oder einem Firmware-Update ist eine reduzierte Abnahme der Sicherheitsfunktionen erforderlich.

Tabelle 7- 1 Reduzierte Abnahme nach Komponententausch

Maßnahme	Abnahmetest	Dokumentation
Tausch der Control Unit oder des Umrichters mit identischem Typ	Ein Abnahmetest der Sicherheitsfunktionen ist nicht erforderlich. Prüfen Sie nur die Drehrichtung des Motors.	• Umrichterdaten ergänzen • Neue Checksummen protokollieren • Gegenzeichnung
Tausch des Power Modules mit identischem Typ		Hardwareversion in den Umrichterdaten ergänzen.
Tausch des Motors mit identischer Polpaarzahl		Keine Änderung.
Tausch des Getriebes mit identischem Übersetzungsverhältnis		
Tausch des Safe Brake Relays	Prüfen Sie die Funktion SBC.	Hardwareversion in den Umrichterdaten ergänzen.
Tausch von sicherheitsrelevanter Peripherie (z. B. Not-Halt Schalter).	Prüfen Sie die Ansteuerung der Sicherheitsfunktionen, die von den getauschten Komponenten beeinflusst werden.	Keine Änderung.
Firmware - Update des Umrichters.	Ein Abnahmetest der Sicherheitsfunktionen ist nicht erforderlich. Prüfen Sie, ob der Firmware-Update erfolgreich war und der Umrichter wie erwartet funktioniert.	• Firmwareversion in den Umrichterdaten ergänzen • Neue Checksummen protokollieren • Gegenzeichnung.

Siehe auch Abschnitt: Abnahme der Sicherheitsfunktionen (Seite 150).

Systemeigenschaften

8

8.1 Versagenswahrscheinlichkeit der Sicherheitsfunktionen (PFH)

Die angegebenen Werte der Versagenswahrscheinlichkeit gelten unter folgenden Voraussetzungen:

- Die Gebrauchsdauer des Umrichters ist nicht abgelaufen.
- Das Testintervall ist nicht abgelaufen.

Gebrauchsdauer

Sie dürfen den Umrichter mit integrierten Sicherheitsfunktionen nicht länger als 20 Jahre betreiben. Der Zeitraum von 20 Jahren beginnt mit dem Lieferdatum. Die Gebrauchsdauer lasst sich nicht verlängern, auch nicht durch eine Überprüfung des Umrichters durch eine Servicestelle oder wenn Sie den Umrichter zwischenzeitlich außer Betrieb setzen.

Testintervall

Sie müssen mindestens einmal pro Jahr die sicherheitsgerichteten Schaltkreise des Umrichters testen. Dieser Vorgang heißt "Zwangsdynamisierung" oder "Teststopp".

Informationen zum Vorgehen finden Sie im Abschnitt: Regelmäßiger Test der Sicherheitsfunktionen (Seite 155).

Versagenswahrscheinlichkeit

Tabelle 8- 1 Versagenswahrscheinlichkeit der Sicherheitsfunktionen

Sicherheitsfunktion	PFH, PFH_D [1]	PFD [2]
STO, SBC [3], SS1, SLS, SDI, SSM	5×10^{-8} 1/h	5×10^{-3}

[1] PFH, PFH_D: Wahrscheinlichkeit eines gefahrbringenden Ausfalls pro Stunde (Probability of Failure per Hour).

PFH gemäß IEC 61800-5-2, PFH_D gemäß IEC 62061.

[2] PFD: Bei geringer Anforderungsrate der Sicherheitsfunktion: mittlere Wahrscheinlichkeit eines gefahrbringenden Ausfalls bei Anforderung der Sicherheitsfunktion gemäß IEC 61508.

[3] Inklusive Safe Brake Relais

Der Maschinenhersteller muss für jede Sicherheitsfunktion einer Maschine eine Versagenswahrscheinlichkeit in Form eines PFH-Wertes angeben.

Die integrierten Sicherheitsfunktionen des Umrichters sind immer nur ein Teil einer vollständigen Sicherheitsfunktion einer Maschine. Eine komplette Sicherheitsfunktion besteht z. B. aus den folgenden Komponenten:

- Einem zweikanaligen Sensor zum Erfassen einer geöffneten Schutztüre.
- Einer zentralen fehlersicheren Steuerung zur Weiterverarbeitung des Sensorsignals.
- Einem Umrichter zum überwachten Stoppen (SS1) eines Motors abhängig von der geöffneten Schutztür.

Die IEC 62061 beschreibt, wie Sie den PFH_D-Wert der kompletten Sicherheitsfunktion aus den PFH_D-Werten der für die Sicherheitsfunktion verwendeten Komponenten berechnen.

Im Internet stellen wir Ihnen ein kostenloses Tool zur Berechnung des PFH_D-Wertes einer kompletten Maschine zur Verfügung: Safety-Evaluation-Tool (www.siemens.de/safety-evaluation-tool).

Applikationsbeispiele zu den Versagensahrscheinlichkeit PFH und PFD finden Sie im Internet: Applikationsbeispiel (http://support.automation.siemens.com/WW/view/de/76254308).

8.2 Reaktionszeiten

Reaktionszeiten nach Anwahl

Bei Anwahl der Funktion Safe Torque Off (STO) ist der Motor nach der Reaktionszeit sicher drehmomentfrei. Wenn der Motor zum Zeitpunkt der STO-Anwahl stillsteht, ist der Motor nach der Reaktionszeit auch in einem sicheren Zustand.

Bei allen anderen Funktionen, die nach Anwahl aktiv werden, ist der Zusammenhang zwischen Reaktionszeit und sicherem Zustand des Motors nicht immer eindeutig:

- SS1 der Basisfunktionen: In einem sicheren Zustand ist der Motor erst nach Ablauf des sicheren Timers und bei Stillstand. Die Reaktionszeit nach Anwahl ist in der Praxis im Vergleich zum sicheren Timer vernachlässigbar.
- SS1 der erweiterten Funktionen: In einem sicheren Zustand ist der Motor erst bei Stillstand. Bei Anwahl von SS1 bremst der Umrichter den Motor nach der Reaktionszeit. Der Umrichter überwacht das Bremsen zwar, aber die Zeit bis zum Stillstand des Motors hängt von der Anwendung und von einem nicht sicheren Parameter ab. Die Reaktionszeit nach Anwahl ist daher in der Praxis nicht relevant.
- SLS und SDI: In einem sicheren Zustand ist der Motor erst bei der Rückmeldung "SLS ist aktiv" bzw. "SDI ist aktiv". Die Zeit von der Anwahl der Funktion bis zum Erreichen des sicheren Zustands des Motors hängt von der Anwendung und von einem nicht sicheren Parameter ab. Die Reaktionszeit nach Anwahl ist daher in der Praxis nicht relevant.

Die Reaktionszeit nach Anwahl ist nur für die Funktion STO anwendungsrelevant und auch nur für STO angegeben.

Reaktionszeiten der Funktion STO nach Anwahl

Die Reaktionszeiten hängen von folgenden Bedingungen ab:

- Einstellung der Sicherheitsfunktion
  - Basisfunktion
  - Erweiterte Funktion
- PROFIBUS oder PROFINET
- Anwahl über sicheren Eingang oder PROFIsafe

Die Reaktionszeiten der folgenden Tabellen gelten ab Signaländerung des sicheren Eingangs oder ab Empfang des PROFIsafe-Telegramms.

Die "Worst-case-Werte" in den Tabellen bedeuten Folgendes:

Worst case bei fehlerfreiem Umrichter:	Die Reaktionszeit ist kleiner oder gleich dem angegebenen Wert. Die Reaktionszeit gilt für Fehlerursachen außerhalb des Umrichters, z. B.: • Fehlerhafte Sollwertvorgabe durch die übergeordnete Steuerung • Grenzwertverletzung der Drehzahl
Worst case bei einem Umrichterfehler:	Die Reaktionszeit ist kleiner oder gleich dem angegebenen Wert. Die Reaktionszeit gilt für Fehlerursachen innerhalb des Umrichters, z. B.: • Fehler in einem Abschaltpfad • Fehler in einem Mikroprozessor

Reaktionszeiten der Funktion STO bei Anwahl über PROFIsafe

Tabelle 8- 2 Reaktionszeiten der Basisfunktion STO

	Worst case bei fehlerfreiem Umrichter	Worst case bei einem Umrichterfehler
PROFIBUS	14 ms	
PROFINET	14 ms + Buszykluszeit	

Tabelle 8- 3 Reaktionszeiten der erweiterten Funktion STO

	Worst case bei fehlerfreiem Umrichter	Worst case bei einem Umrichterfehler
PROFIBUS	54 ms	56 ms
PROFINET	54 ms + Buszykluszeit	56 ms + Buszykluszeit

Buszykluszeit: Zeit für einen zyklischen Datenaustausch über PROFINET.

Reaktionszeiten der Funktion STO bei Anwahl über einen sicheren Eingang

Tabelle 8- 4 Reaktionszeiten STO

	Worst case bei fehlerfreiem Umrichter	Worst case bei einem Umrichterfehler
Basisfunktion STO	4 ms + t_E [1)]	6 ms + t_E [1)]
Erweiterte Funktion STO	50 ms + t_E [1)]	52 ms + t_E [1)]

[1)] Wenn Entprellzeit > 0: t_E = Entprellzeit + 3 ms
Wenn Entprellzeit = 0: t_E = 4 ms
Je nachdem, wie Sie die Sicherheitsfunktion STO einstellen, finden Sie die Beschreibung der Entprellzeit in einem der folgenden Abschnitte:

- STO als Basisfunktion: Filter für sichere Eingänge einstellen (Seite 91).
- STO als erweiterte Funktion: Filter für sichere Eingänge einstellen (Seite 110).

Reaktionszeit nach einer Unterbrechung der PROFIsafe-Kommunikation

Wenn das PROFIsafe-Telegramm länger als die PROFIsafe-Überwachungszeit F_WD_Time ausbleibt, reagiert der Umrichter folgendermaßen:

- Der Umrichter meldet eine der folgenden Störungen:
  - Störung F01611 (Basisfunktionen sind frei gegeben)
  - Meldung C01711 (Erweiterte Funktionen sind frei gegeben)

  Der Umrichter empfängt die Überwachungszeit F_WD_Time von der fehlersicheren Steuerung (F-CPU). Siehe auch Abschnitt PROFIBUS-Kommunikation mit Telegramm 30 über GSD konfigurieren (Seite 76).
- Der Umrichter wählt die Funktion STO an.

Reaktionszeiten bei Grenzwertverletzung

Tabelle 8- 5 Zeit bis zum Start der Reaktion

Funktion	Reaktion	Worst case bei fehlerfreiem Antriebssystem	Worst case bei Vorhandensein eines Fehlers
SS1	STOP A	67 ms 2)	113 ms 2)
SLS	STOP A oder STOP B		
SDI	STOP A oder STOP B		
2)	Wenn Sie den Motor bei aktiver Sicherheitsfunktion einschalten, erkennt der Umrichter eine Grenzwertverletzung frühestens nach Ablauf der "Verzögerungszeit Istwerterfassung", siehe auch Abschnitt: Geberlose Istwerterfassung einstellen (Seite 106).		

Signalwechsel im "Status SSM"

Funktion	Reaktion	Worst case bei fehlerfreiem Antriebssystem	Worst case bei Vorhandensein eines Fehlers
SSM	Signalwechsel im "Status SSM"	67 ms 3)	113 ms 3)
3)	Wenn Sie den Motor bei aktiver Sicherheitsfunktion einschalten, meldet der Umrichter den korrekten Status frühestens nach Ablauf der "Verzögerungszeit Istwerterfassung", siehe auch Abschnitt: Geberlose Istwerterfassung einstellen (Seite 106).		

8.3 Zertifizierungen

Zertifizierungen

Die Sicherheitsfunktionen des Umrichters erfüllen folgende Anforderungen:

- Kategorie 3 und Performance Level (PL) d gemäß EN ISO 13849-1:2006
- Sicherheitsintegritätsgrad 2 (SIL 2) gemäß IEC 61508
- EG-Konformitätserklärung

Baumusterprüfbescheinigung und Herstellererklärung

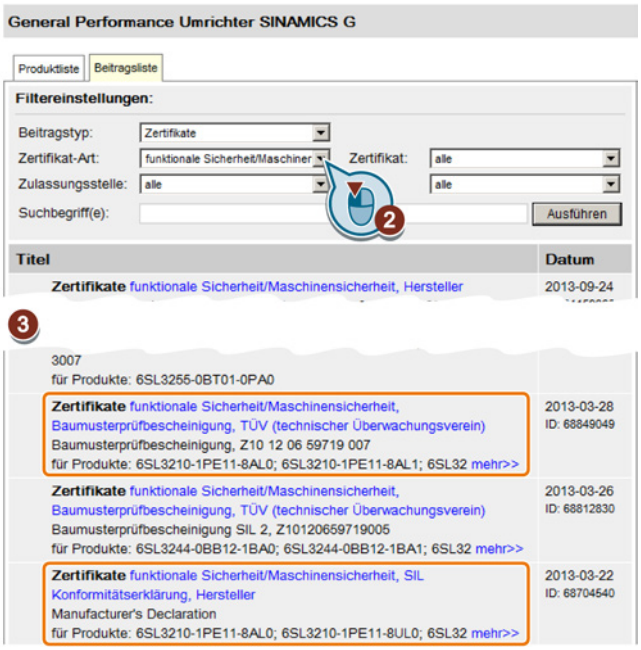
Die antriebsintegrierten Sicherheitsfunktionen sind für jede frei gegebene Firmware-Version durch ein Prüfinstitut zertifiziert. Das Prüfinstitut belegt mit der Baumusterprüfbescheinigung, dass die Sicherheitsfunktionen die Anforderungen gemäß EN ISO 13849-1 und IEC 61508 erfüllen.

Für den Übergangszeitraum von der Freigabe einer Firmware-Version bis zur Erteilung der Baumusterprüfbescheinigung durch das Prüfinstitut stellen wir eine Herstellererklärung zur Verfügung. Die Herstellererklärung bestätigt, dass die Sicherheitsfunktionen konform zu den entsprechenden Normen sind.

Vorgehen

Um die für Safety Integrated relevanten Zertifikate aus dem Internet zu laden, gehen Sie folgendermaßen vor:

1. Laden Sie im Internet die folgende Seite: Zertifikate (http://support.automation.siemens.com/WW/view/de/36426537/134200)
2. Filtern Sie nach der Zertifikat-Art "funktionale Sicherheit/Maschinensicherheit".
3. Wählen Sie das Zertifikat nach der Bestellnummer des Umrichters aus.
   - Für jede Umrichterfamilie gibt es eine Baumusterprüfbescheinigung und eine Herstellererklärung.
   - Jedes Zertifikat enthält Listen mit der zugehörigen Firmware und Hardware.



- Sie haben die für Safety Integrated relevanten Zertifikate aus dem Internet geladen.

EG-Konformitätserklärung

Antriebe mit Safety Integrated sind gemäß Anhang IV der Maschinenrichtlinie als "Logikeinheiten für Sicherheitsfunktionen" und damit als Sicherheitsbauteil definiert. Die Maschinenrichtlinie schreibt vor, Sicherheitsbauteile wie Maschinen zu behandeln. Damit unterliegen Sicherheitsbauteile der Pflicht zur CE-Kennzeichnung.

Als Maschinenbauer müssen Sie der Dokumentation, die Sie für die CE-Kennzeichnung der Maschine erstellen, die EG-Konformitätserklärungen für die eingebauten Produkte beilegen.

Die aktuellen EG-Konformitätserklärungen der Umrichter sind im Internet verfügbar:

EG-Konformitätserklärung (http://support.automation.siemens.com/WW/view/de/67385845)

8.4 Safe Brake Relay

Technische Daten des Safe Brake Relay

Technisches Datum	Eigenschaft
Versorgungsspannung	DC 20,4 bis 28,8 V Wir empfehlen Ihnen eine Stromversorgung mit mindestens 26 V Nennspannung, um den Spannungsabfall der Bremsleitung auszugleichen.
Strombedarf bei DC 24 V	0,05 A + Strombedarf der Motorbremse
Maximalstrom	2 A
Anschlussquerschnitt, max.	2,5 mm^2
Maße (B x H x T)	69 mm x 63 mm x 33 mm
Gewicht	ca. 0,17 kg

Anhang

A

A.1 Beispiele für Abnahmetests

Mit dem Abnahmetest prüfen Sie die korrekte Einstellung der Sicherheitsfunktionen im Umrichter. Die folgenden Abnahmetests sind Beispiele, die das prinzipielle Vorgehen zeigen. Sie sind nicht für jede denkbare Einstellung des Umrichters geeignet.

Empfehlungen für den Abnahmetest

- Führen Sie den Abnahmetest mit maximaler möglicher Geschwindigkeit und Beschleunigung durch, um die zu erwartenden maximalen Bremswege und Bremszeiten zu testen.
- Die Trace-Funktion im PC-Tool STARTER kann in bestimmten Anwendungen den Abnahmetest vereinfachen, z. B. wenn ein Antrieb in der Maschine schwer zugänglich ist. Bei einigen Abnahmetests empfehlen wir Ihnen daher, die Trace-Funktion zu verwenden.
- Wenn Sie für einen Abnahmetest einen Trace aufgezeichnet haben, müssen Sie Folgendes tun:
  - Wenn Sie den Trace speichern, tragen Sie den Speicherort im Abnahmeprotokoll ein
  - Wenn Sie den Trace ausdrucken, fügen Sie den Ausdruck dem Abnahmeprotokoll bei.
- Wenn Sie den Abnahmetest ohne Trace-Funktion durchführen können, dürfen Sie auf dieses Werkzeug verzichten.
- Warnung A01697:

  Diese Warnungen tritt nach jedem Systemhochlauf auf und ist unkritisch für die Abnahme.

Nach dem Abnahmetest der Sicherheitsfunktionen im Umrichter müssen Sie auch prüfen, ob die sicherheitsrelevanten Funktionen in der Maschine oder Anlage richtig funktionieren. Siehe auch: Abnahme (Seite 150).

Unterstützung der Abnahme durch STARTER-Applikation

Die Applikation „Safety Acceptance Test“ führt Sie halbautomatisch durch den Abnahmetest der Sicherheitsfunktionen. Die Applikation protokolliert Ihre Einstellungen in Form einer Excel-Datei.

Applikation Abnahmetest (http://support.automation.siemens.com/WW/view/de/73102423).

A.1.1 Abnahmetest STO (Basisfunktionen)

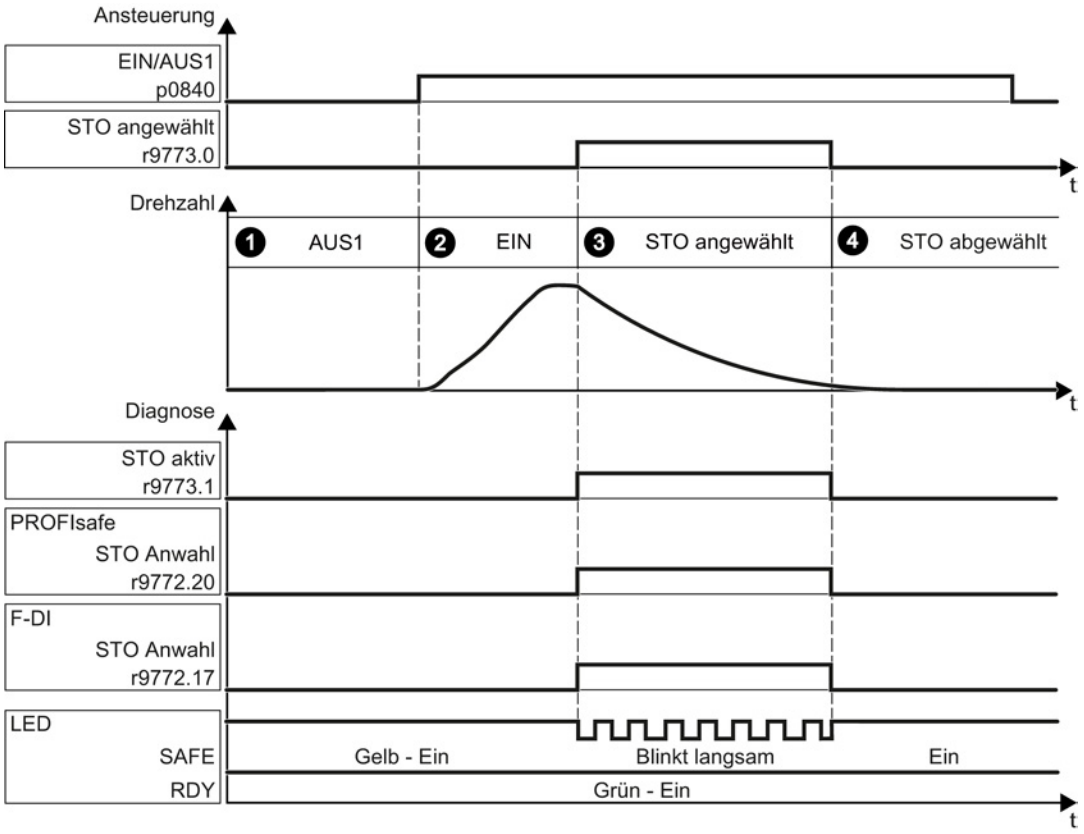


Bild A-1 Abnahmetest für STO (Basisfunktionen)

Vorgehen

Um den Abnahmetest der Funktion STO als Teil der Basisfunktionen durchzuführen, gehen Sie folgendermaßen vor:

				Status
1.	**Der Umrichter ist betriebsbereit**			
	• Der Umrichter meldet weder Störungen noch Warnungen der Sicherheitsfunktionen (r0945[0…7], r2122[0…7]).			
	• STO ist nicht aktiv (r9773.1 = 0).			
2.	**Motor einschalten**			
	2.1.	Geben Sie einen Drehzahlsollwert ≠ 0 vor.		
	2.2.	Schalten Sie den Motor ein (EIN-Befehl).		
	2.3.	Prüfen Sie, dass der erwartete Motor dreht.		
3.	**STO anwählen**			
	3.1.	Wählen Sie STO an, während der Motor dreht *Testen Sie jede konfigurierte Ansteuerung, z. B. über Digitaleingänge und über PROFIsafe.*		
	3.2.	Prüfen Sie folgendes:		
		Bei Ansteuerung über PROFIsafe	Bei Ansteuerung über Klemme	
		• Der Umrichter meldet: "STO Anwahl über PROFIsafe" (r9772.20 = 1)	• Der Umrichter meldet: "STO Anwahl über Klemme" (r9772.17 = 1)	
		• Wenn keine mechanische Bremse vorhanden ist, läuft der Motor aus. Eine mechanische Bremse bremst den Motor und hält ihn anschließend im Stillstand.		
		• Der Umrichter meldet weder Störungen noch Warnungen der Sicherheitsfunktionen (r0945[0…7], r2122[0…7]).		
		• Der Umrichter meldet: "STO ist angewählt" (r9773.0 = 1). "STO ist aktiv" (r9773.1 = 1).		
4.	**STO abwählen**			
	4.1.	Wählen Sie STO ab.		
	4.2.	Prüfen Sie Folgendes:		
		• STO ist nicht aktiv (r9773.1 = 0).		
		• Der Umrichter meldet weder Störungen noch Warnungen der Sicherheitsfunktionen (r0945[0…7], r2122[0…7]).		

Sie haben den Abnahmetest der Funktion STO durchgeführt.

A.1.2 Abnahmetest STO (Erweiterte Funktionen)

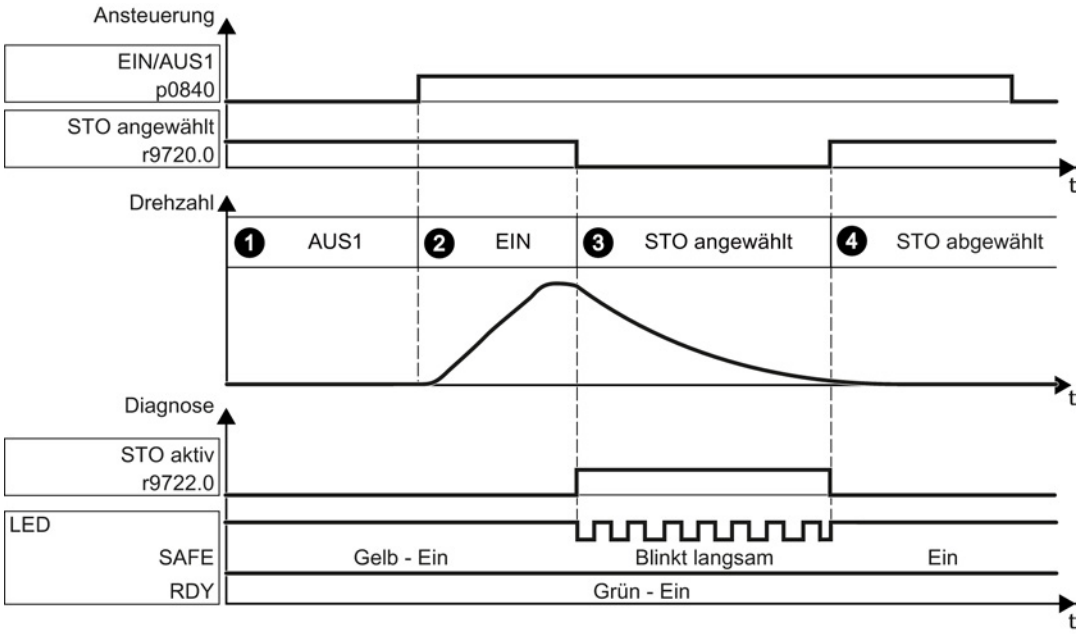


Bild A-2 Abnahmetest für STO (erweiterte Funktionen)

Vorgehen

Um den Abnahmetest der Funktion STO als Teil der erweiterten Funktionen durchzuführen, gehen Sie folgendermaßen vor:

			Status
1.	**Der Umrichter ist betriebsbereit**		
	• Der Umrichter meldet weder Störungen noch Warnungen der Sicherheitsfunktionen (r0945[0…7], r2122[0…7]).		
	• STO ist nicht aktiv (r9722.0 = 0).		
2.	**Motor einschalten**		
	2.1.	Geben Sie einen Drehzahlsollwert ≠ 0 vor.	
	2.2.	Schalten Sie den Motor ein (EIN-Befehl).	
	2.3.	Prüfen Sie, ob der erwartete Motor dreht.	
3.	**STO anwählen**		
	3.1.	Wählen Sie STO an, während der Motor dreht.	
	3.2.	Prüfen Sie Folgendes:	
		• Wenn keine mechanische Bremse vorhanden ist, läuft der Motor aus. Eine mechanische Bremse bremst den Motor und hält ihn anschließend im Stillstand.	
		• Der Umrichter meldet weder Störungen noch Warnungen der Sicherheitsfunktionen (r0945[0…7], r2122[0…7]).	
		• Der Umrichter meldet: "STO ist aktiv" (r9722.0 = 1).	
4.	**STO abwählen**		
	4.1.	Wählen Sie STO ab.	
	4.2.	Prüfen Sie Folgendes:	
		• STO ist nicht aktiv (r9722.0 = 0).	
		• Umrichter meldet weder Störungen noch Warnungen der Sicherheitsfunktionen (r0945[0…7], r2122[0…7]).	

Sie haben den Abnahmetest der Funktion STO durchgeführt.

A.1.3 Abnahmestest SS1 (Basisfunktionen)

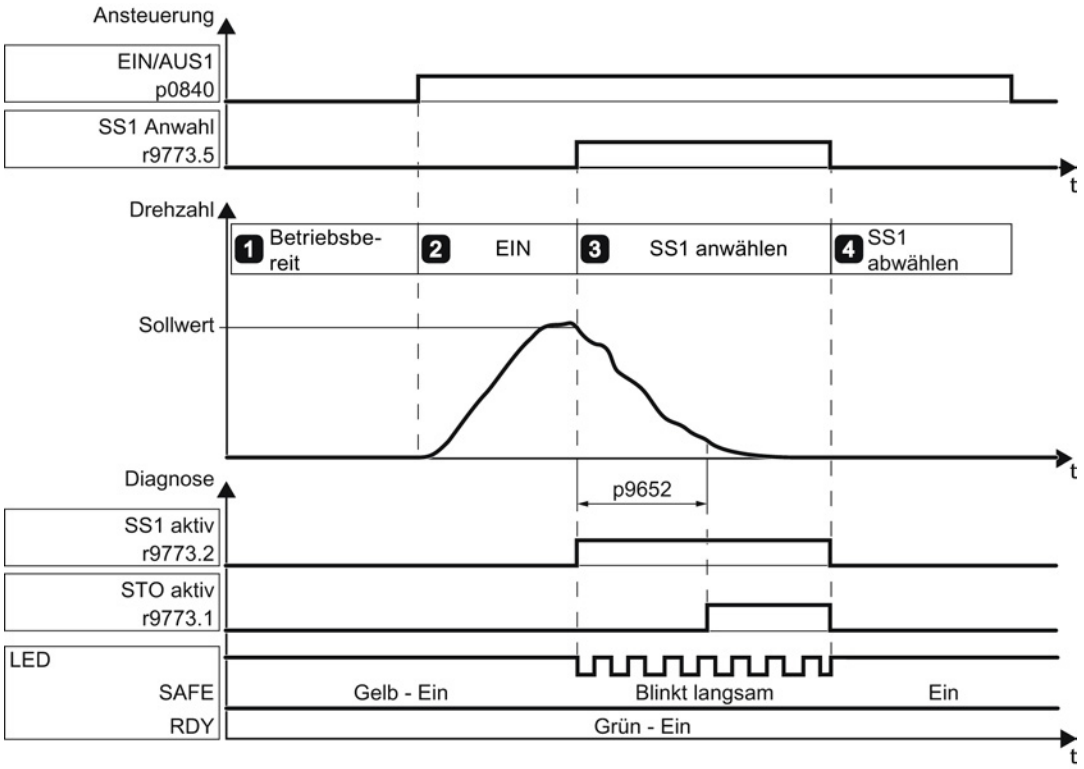


Bild A-3 Abnahmetest SS1 der Basisfunktionen

Vorgehen

Um den Abnahmetest der Funktion SS1 durchzuführen, gehen Sie folgendermaßen vor:

			Status
1.	**Der Umrichter ist betriebsbereit**		
	Prüfen Sie Folgendes:		
	• Der Umrichter meldet weder Störungen noch Warnungen der Sicherheitsfunktionen (r0945[0…7], r2122[0…7]).		
	• SS1 ist nicht aktiv (r9773.6 = 0).		
2.	**Motor einschalten**		
	2.1.	Geben Sie einen Drehzahlsollwert ≠ 0 vor.	
	2.2.	Schalten Sie den Motor ein (EIN-Befehl).	
	2.3.	Prüfen Sie, dass der erwartete Motor dreht.	
3.	**SS1 anwählen**		
	3.1.	Wählen Sie SS1 an, während der Motor eingeschaltet ist. *Testen Sie jede konfigurierte Ansteuerung, z. B. über Digitaleingänge und über PROFIsafe.*	
	3.2.	Prüfen Sie in Ihrer Maschine Folgendes:	
		• Der Motor bremst an der AUS3-Rampe.	
		• SS1 ist aktiv (r9773.6 = 1).	
		• Nach Ablauf der Zeit p9652 meldet der Umrichter: "STO ist aktiv" (r9773.1 = 1).	
4.	**SS1 abwählen**		
	4.1.	Wählen Sie SS1 ab.	
	4.2.	Prüfen Sie Folgendes:	
		• SS1 ist nicht aktiv (r9773.6 = 0).	
		• Der Umrichter meldet weder Störungen noch Warnungen der Sicherheitsfunktionen (r0945[0…7], r2122[0…7]).	

Sie haben den Abnahmetest der Funktion SS1 abgeschlossen.

A.1.4 Abnahmestest SS1 (Erweiterte Funktionen)

Die beiden Diagramme zeigen die empfohlenen Schritte beim Abnahmetest. Das Verhalten des Antriebs unterscheidet sich je nachdem, wie Sie SS1 eingestellt haben:

- Diagramm 1: Nach Anwahl von SS1 überwacht der Umrichter die Drehzahl mit der Bremsrampenüberwachung.
- Diagramm 2: Nach Anwahl von SS1 überwacht der Umrichter die Drehzahl mit der Beschleunigungsüberwachung.

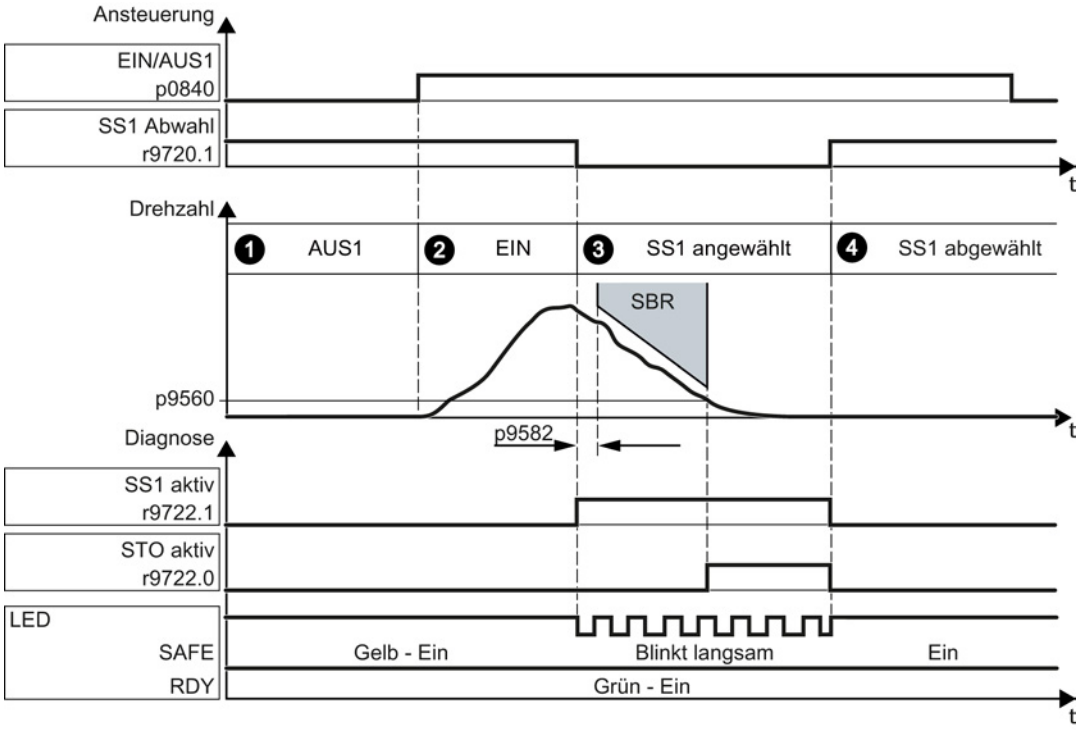


Bild A-4 Diagramm 1 - Abnahmetest SS1 mit Bremsrampenüberwachung

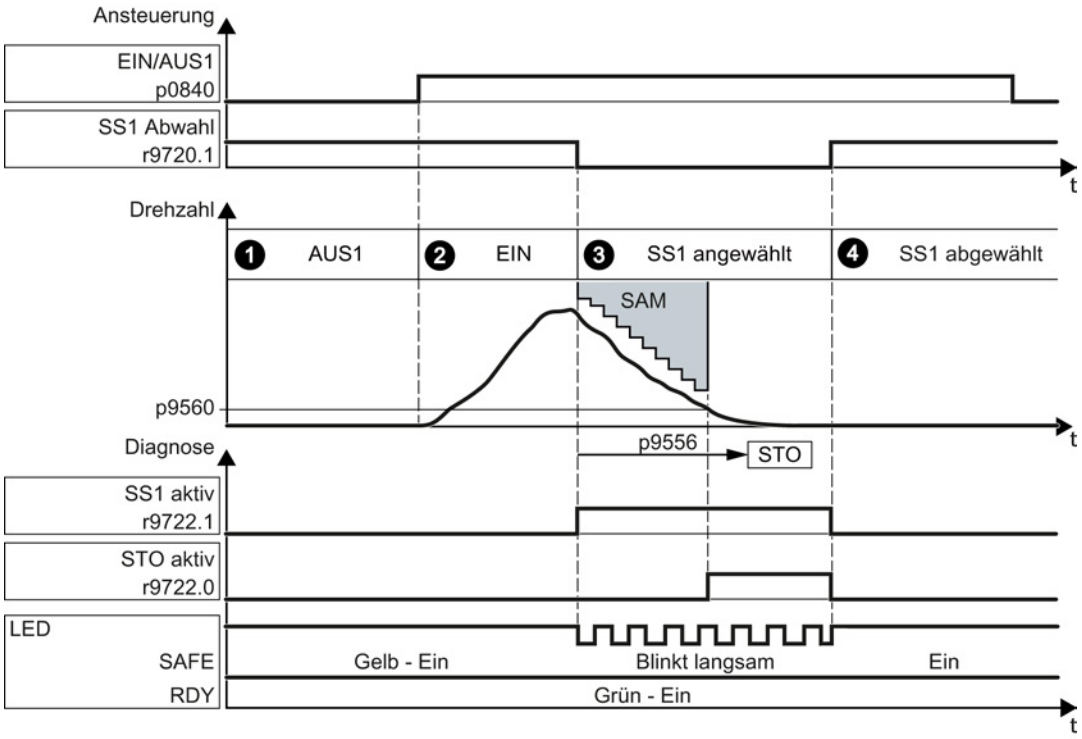


Bild A-5 Diagramm 2 - Abnahmetest für SS1 mit Beschleunigungsüberwachung

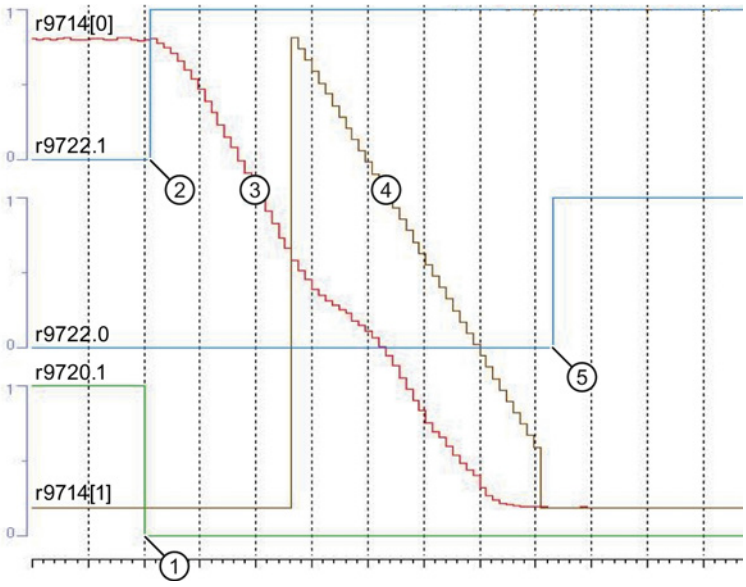
Vorgehen

Um den Abnahmetest der Funktion SS1 durchzuführen, gehen Sie folgendermaßen vor:

			Status
1.	**Der Umrichter ist betriebsbereit**		
	• Der Umrichter meldet weder Störungen noch Warnungen der Sicherheitsfunktionen (r0945[0…7], r2122[0…7]).		
	• SS1 ist nicht aktiv (r9722.1 = 0).		
	Gehen Sie mit dem STARTER online und projektieren Sie folgenden Trace: • Trigger auf Variable - Bitmuster (r9720.1 = 0) • Aufzeichnung folgender Werte: r9714[0], r9714[1], r9722 Anzeige der Bits r9722.0 / .1 • Wählen Sie Zeitintervall und Pretrigger so, dass Sie die SS1-Anwahl und den Übergang in den Folgezustand STO erkennen. • Starten Sie den Trace.		
2.	**Motor einschalten**		
	2.1.	Geben Sie einen Drehzahlsollwert ≠ 0 vor.	
	2.2.	Schalten Sie den Motor ein (EIN-Befehl).	
	2.3.	Prüfen Sie, dass der erwartete Motor dreht.	
3.	**SS1 anwählen**		
	3.1.	Wählen Sie SS1 an, während der Motor eingeschaltet ist. *Testen Sie jede konfigurierte Ansteuerung, z. B. über Digitaleingänge und über PROFIsafe.*	
	3.2.	Prüfen Sie: Der Umrichter meldet weder Störungen noch Warnungen der Sicherheitsfunktionen (r0945[0…7], r2122[0…7]).	
	3.3.	Analysieren Sie den Trace.	
		• SS1 wird nach Anwahl von SS1 aktiv (r9722.1 = 1).	
		• Der Motor bremst an der AUS3-Rampe.	
		• STO wird nach Unterschreiten der Abschaltgeschwindigkeit p9560 aktiv (r9722.0 = 1).	
		• Die aufgezeichneten Kurven von r9714[0] und r9714[1] sind etwa parallel.	
4.	**SS1 abwählen**		
	4.1.	Wählen Sie SS1 ab.	
	4.2.	Prüfen Sie Folgendes:	
		• SS1 ist nicht aktiv (r9722.1 = 0).	
		• Der Umrichter meldet weder Störungen noch Warnungen der Sicherheitsfunktionen (r0945[0…7], r2122[0…7]).	

Sie haben den Abnahmetest der Funktion SS1 abgeschlossen.

Beispiel für einen Trace



① SS1 ist angewählt
② SS1 ist aktiv
③ Drehzahl: Der Motor bremst an der AUS3-Rampe
④ Überwachung der Drehzahl beim Bremsen
⑤ STO ist aktiv

A.1.5 Abnahmetest SBC

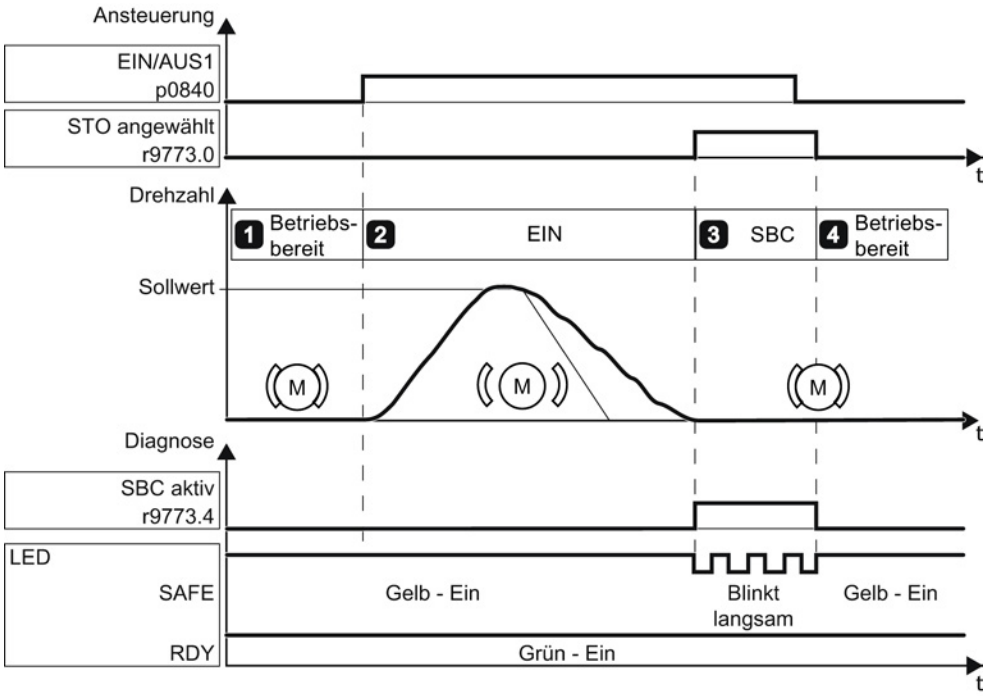


Bild A-6 Abnahmetest für SBC

Vorgehen

Um den Abnahmetest der Funktion SBC durchzuführen, gehen Sie folgendermaßen vor:

			Status
1.	**Der Umrichter ist betriesbereit**		
	• Der Umrichter meldet weder Störungen noch Warnungen der Sicherheitsfunktionen (r0945[0…7], r2122[0…7]).		
	• SBC ist nicht aktiv (r9773.4 = 0).		
2.	**Motor einschalten**		
	2.1.	Geben Sie Drehzahlsollwert ≠ 0 vor.	
	2.2.	Schalten Sie den Motor ein (EIN-Befehl).	
	2.3.	Prüfen Sie, dass der erwartete Motor dreht.	
	2.4.	Geben Sie Drehzahlsollwert = 0 vor.	
3.	**SBC anwählen**		
	3.1.	Wählen Sie die Funktion STO oder die Funktion SS1 an.	
	3.2.	Prüfen Sie: Der Umrichter meldet "SBC ist aktiv" (r9773.4 = 1).	
4.	**Umrichter ist betriebsbereit**		
	4.1.	Wählen Sie STO ab.	
	4.2.	Prüfen Sie Folgendes:	
		• Der Umrichter meldet "SBC ist nicht aktiv" (r9773.4 = 0).	
		• Der Umrichter meldet weder Störungen noch Warnungen der Sicherheitsfunktionen (r0945[0…7], r2122[0…7]).	

Sie haben den Abnahmetest der Funktion SBC durchgeführt.

A.1.6 Abnahmetest SLS

Die beiden Diagramme zeigen die empfohlenen Schritte beim Abnahmetest. Das Verhalten des Antriebs unterscheidet sich je nachdem, wie Sie SLS eingestellt haben:

- Diagramm 1: bei einer Grenzwertverletzung reagiert der Antrieb mit einem STOP A.
- Diagramm 2: bei einer Grenzwertverletzung reagiert der Antrieb mit einem STOP B.

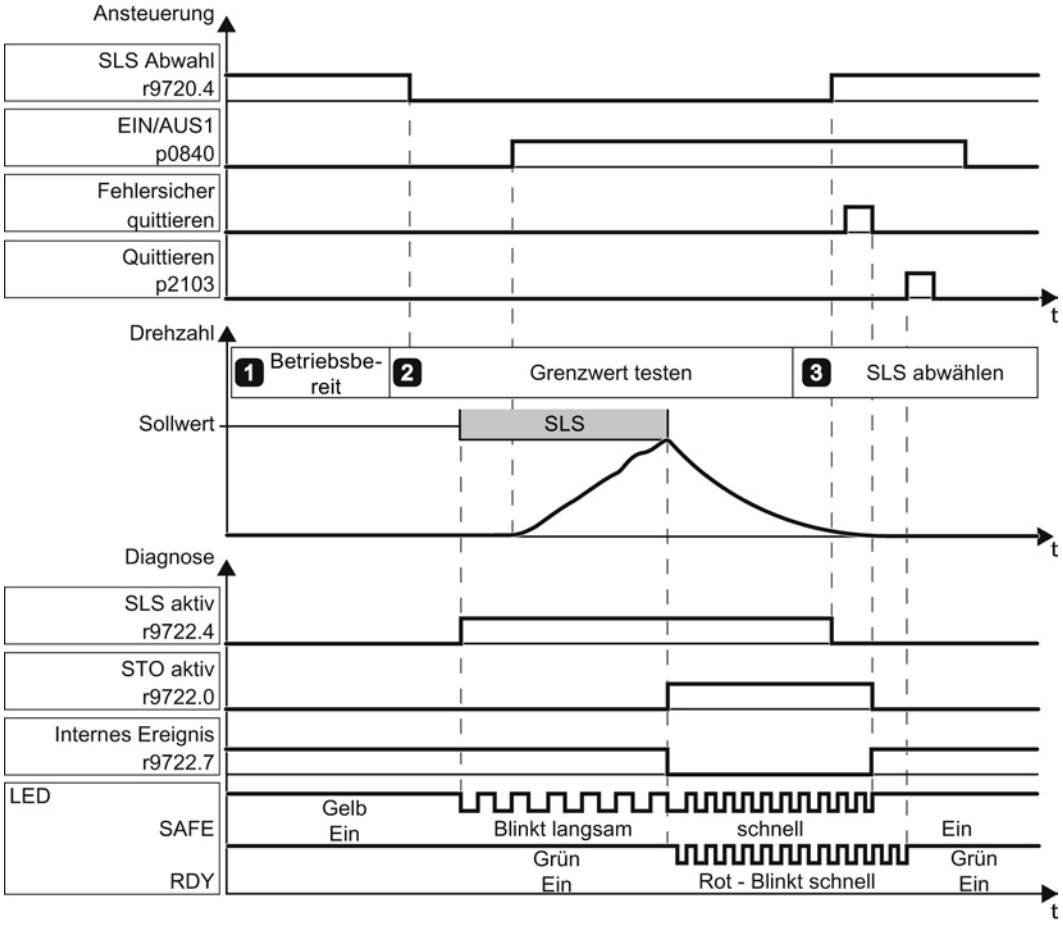


Bild A-7 Diagramm 1 - Abnahmetest für SLS mit Stopp-Reaktion STOP A

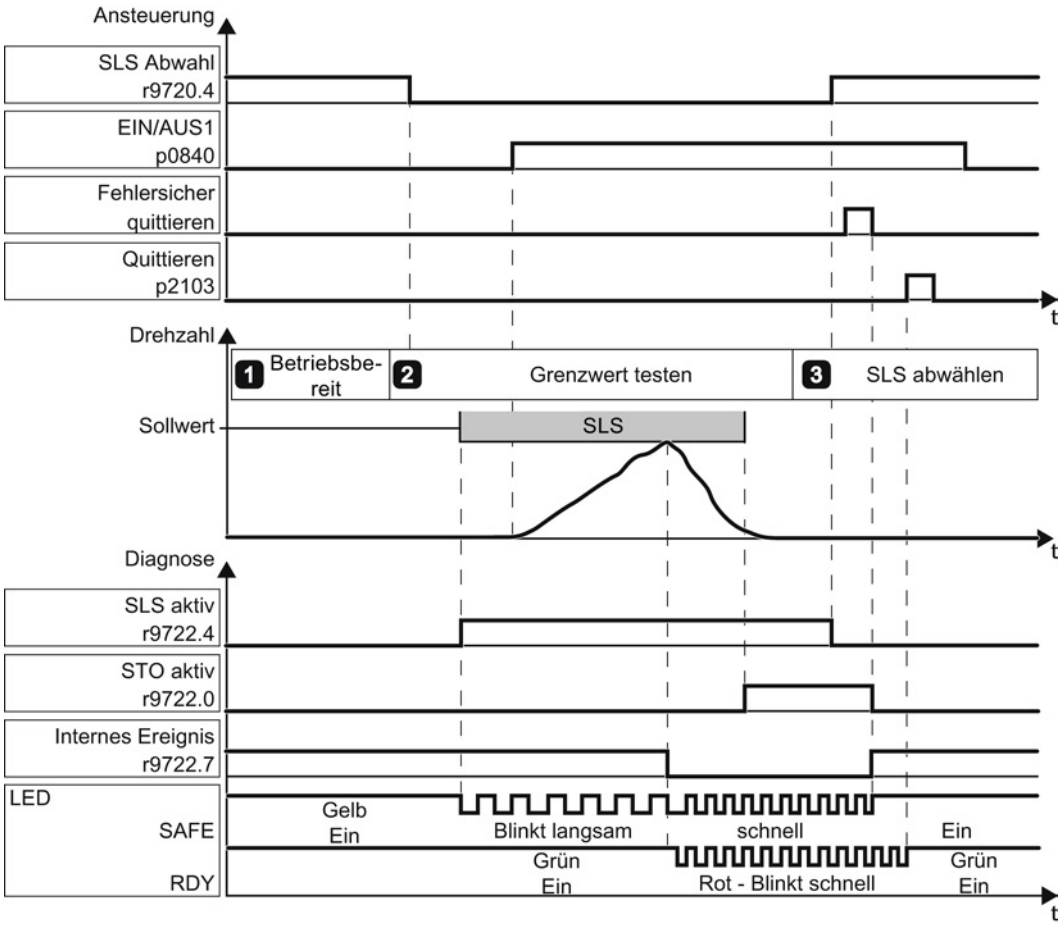
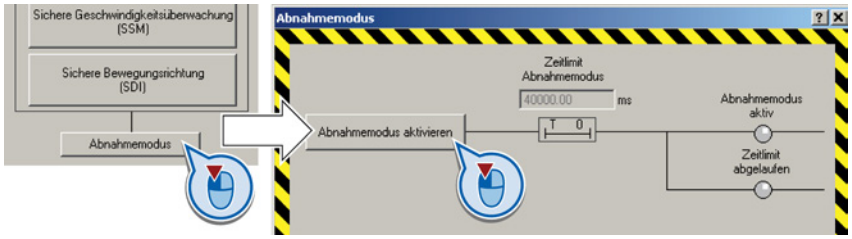


Bild A-8 Diagramm 2 - Abnahmetest SLS mit Stopp-Reaktion STOP B

Vorgehen

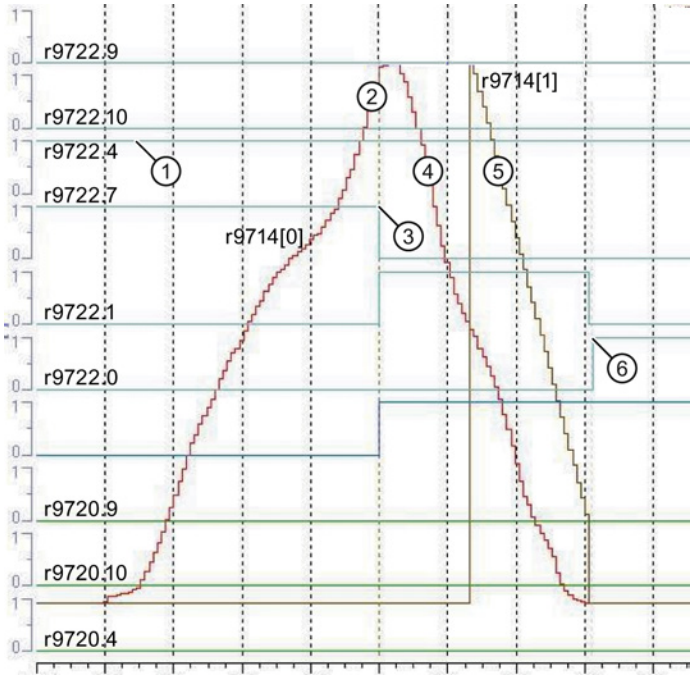
Um den Abnahmetest der Funktion SLS durchzuführen, gehen Sie folgendermaßen vor:

			Status
Wenn Sie mehrere SLS-Stufen nutzen, wiederholen Sie den Test für jede der SLS-Stufen.			
1.	**Der Umrichter ist betriebsbereit**		
	Prüfen Sie Folgendes:		
	• Der Umrichter meldet weder Störungen noch Warnungen der Sicherheitsfunktionen (r0945[0…7], r2122[0…7]).		
	• SLS ist nicht aktiv (r9722.4 = 0).		
	Gehen Sie mit dem STARTER online und projektieren Sie folgenden Trace: • Trigger auf Variable - Bitmuster (r9722.7 = 0) • Aufzeichnung folgender Werte: r9714[0], r9714[1], r9722 Anzeige der Bits r9722.0 /.4 / .7 / .9 / .10 • Wählen Sie Zeitintervall und Pretrigger so, dass Sie das Überschreiten der aktiven SLS-Grenze sowie die nachfolgenden Antriebsreaktionen erkennen.		
2.	**Motor einschalten**		
	2.1.	Geben Sie einen Drehzahlsollwert > SLS-Stufe vor.	
	2.2.	Wählen Sie SLS mit der zu überprüfenden SLS-Stufe an.	
	2.3.	Aktivieren Sie den Abnahmemodus: 	
		WARNUNG **Gefahr durch Maschinenbewegungen** Beim folgenden Test ist die Drehzahlbegrenzung der Funktion SLS deaktiviert. Die erhöhte Motordrehzahl kann zu Sachschaden oder Körperverletzung führen. • Sichern Sie für diesen Test gefährliche Maschinenteile, z. B. durch Absperrungen.	
	2.4.	Schalten Sie den Motor innerhalb von 5 Sekunden nach SLS-Anwahl ein (EIN-Befehl). *Wenn Sie länger als 5 Sekunden bis zum EIN-Befehl warten, wird STO aktiv. Wählen Sie in diesem Fall SLS ab und wieder an.*	
	2.5.	Prüfen Sie, dass der erwartete Motor dreht.	

				Status
		Die folgenden Tests hängt davon ab, wie Sie die Funktion SLS bei der Inbetriebnahme eingestellt haben:		
		Erstes Diagramm: *Der Umrichter reagiert bei Grenzwertverletzung mit STOP A.*	*Zweites Diagramm:* *Der Umrichter reagiert bei Grenzwertverletzung mit STOP B.*	
	2.6.	Der Umrichter meldet: • C01714 und C30714 (Sicher begrenzte Geschwindigkeit überschritten) • C01700 und C30700 (STOP A ausgelöst)	Der Umrichter meldet: • C01714 und C30714 (Sicher begrenzte Geschwindigkeit überschritten) • C01701 und C30701 (STOP B ausgelöst) • C01700 und C30700 (STOP A ausgelöst)	
	2.7.	Analysieren Sie den Trace.		
		• Nach Anwahl von SLS meldet der Umrichter "SLS ist aktiv" (r9722.4 = 1).		
		• Der Umrichter meldet die angewählte SLS-Stufe (r9722.9 und r9722.10).		
		• Wenn r9714[0] die aktive SLS-Grenze überschreitet, meldet der Umrichter ein internes Ereignis (r9722.7 = 0).		
		STOP A bei Grenzwertverletzung	*STOP B bei Grenzwertverletzung*	
		• Wenn r9714[0] die aktive SLS-Grenze überschreitet, läuft der Motor zum Stillstand aus (r9722.0 = 1).	• Wenn r9714[0] die aktive SLS-Grenze überschreitet, bremst der Motor an der AUS3-Rampe (r9722.1 = 1).	
			• Nach dem Bremsen ist STO aktiv (r9722.0 = 1).	
3.	**SLS abwählen**			
	3.1.	Wählen Sie SLS ab.		
	3.2.	Prüfen Sie: SLS ist nicht aktiv (r9722.4 = 0).		
	3.3.	Quittieren Sie die Meldungen der Sicherheitsfunktionen.		

☐ Sie haben den Abnahmetest der Funktion SLS durchgeführt.

Beispiel für einen Trace (STOP B bei Grenzwertverletzung)



① SLS ist aktiv

② Drehzahl: Der Motor beschleunigt bis zur aktiven SLS-Stufe

③ Die Drehzahl überschreitet die aktive SLS-Stufe

④ Drehzahl: STOP B ist aktiv - der Motor bremst an der AUS3-Rampe

⑤ Überwachung der Drehzahl beim Bremsen

⑥ STO als Folge von STOP B ist aktiv

A.1.7 Abnahmetest SSM

Die beiden Diagramme zeigen die empfohlenen Schritte beim Abnahmetest. Der Abnahmetest unterscheidet sich je nachdem, wie Sie SSM eingestellt haben:

- Diagramm 1: die Rückmeldung "Drehzahl unter Grenzwert" bleibt bei ausgeschaltetem Motor aktiv.
- Diagramm 2: die Rückmeldung "Drehzahl unter Grenzwert" wird bei ausgeschaltetem Motor inaktiv.

Die Diagramme zeigen beispielhaft die Einstellung "SSM ohne Hysterese".

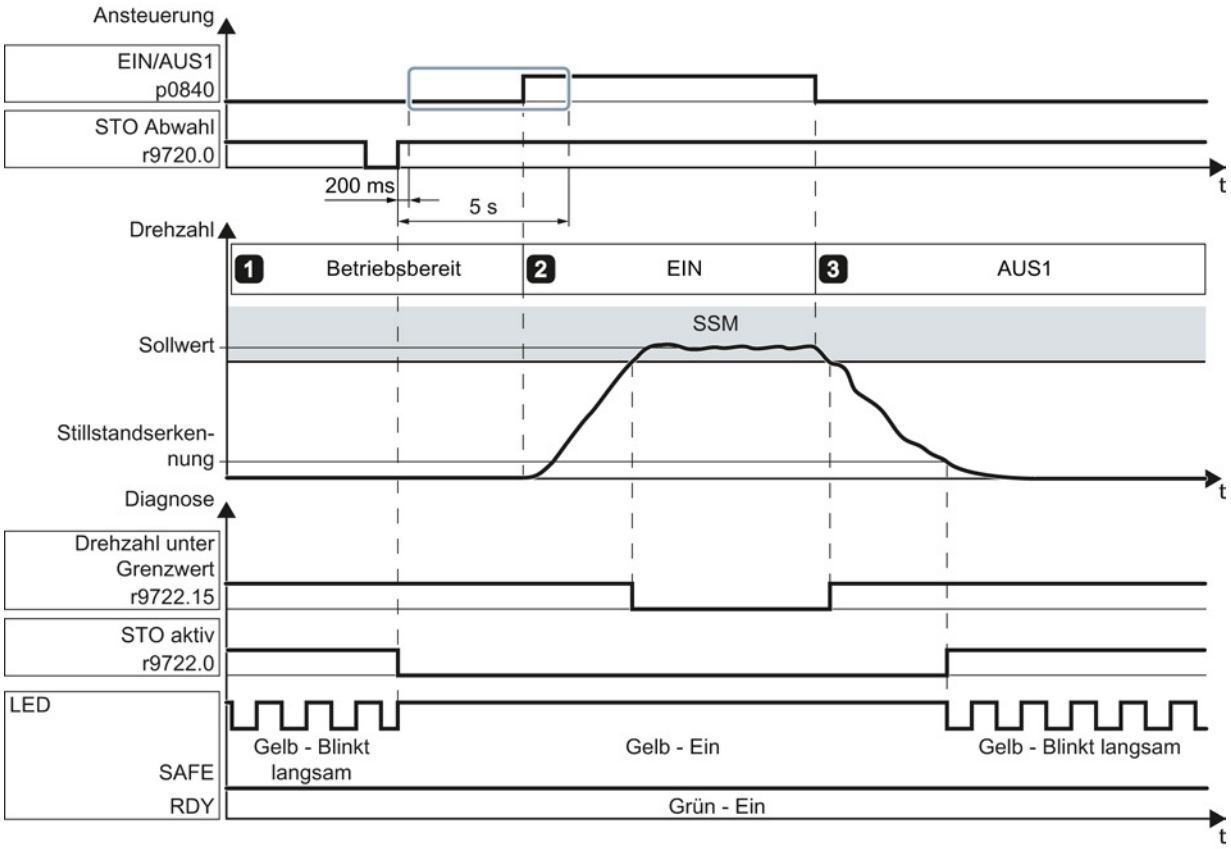


Bild A-9 Diagramm 1 - Abnahmetest SSM mit aktiver Rückmeldung bei ausgeschaltetem Motor

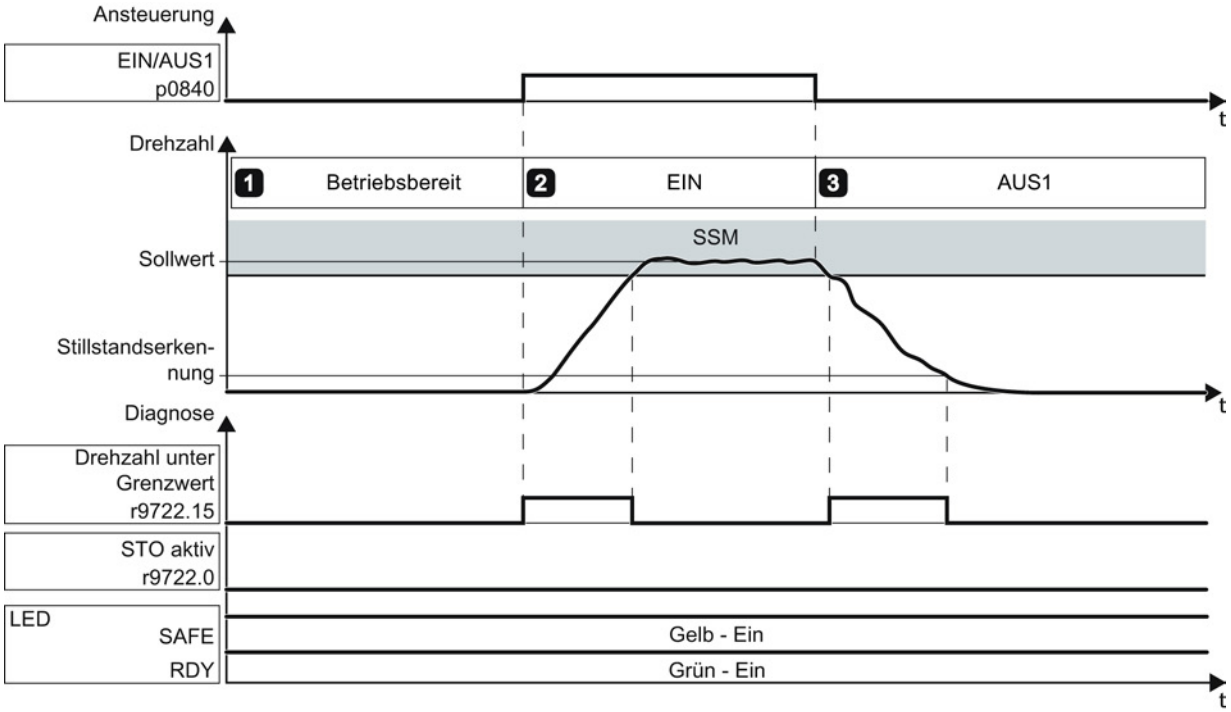


Bild A-10 Diagramm 2 - Abnahmetest SSM mit nicht aktiver Rückmeldung bei ausgeschaltetem Motor

Vorgehen

1
2

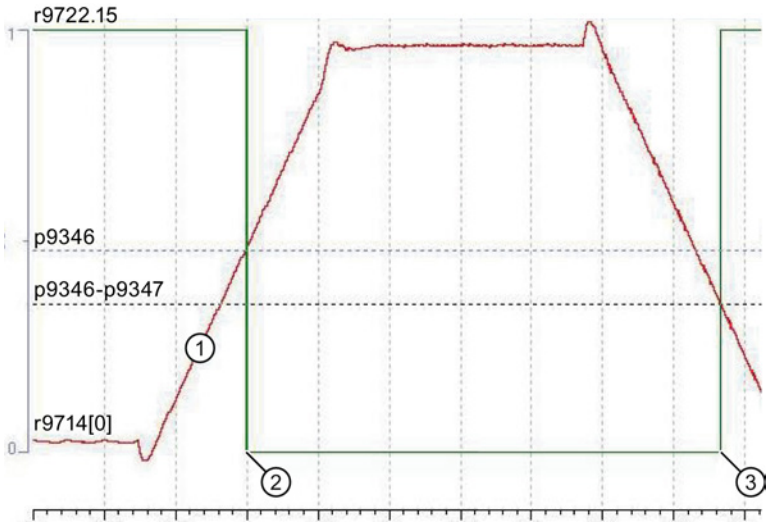
Um den Abnahmetest der Funktion SSM durchzuführen, gehen Sie folgendermaßen vor:

		Status
1.	**Der Umrichter ist betriebsbereit**	
	• Prüfen Sie: der Umrichter meldet weder Störungen noch Warnungen der Sicherheitsfunktionen (r0945[0…7], r2122[0…7]).	
	Gehen Sie mit dem STARTERonline und projektieren Sie folgenden Trace: • Trigger auf Variable - Bitmuster (r9722.15 = 0) • Aufzeichnung folgender Werte: r0899, r9714[0], r9722 Anzeige der folgenden Bits: – r0899.11 – r9722.15 • Wählen Sie Zeitintervall und Pretrigger so, dass Sie das Überschreiten der SSM-Grenze sowie das nachfolgende Unterschreiten erkennen können.	

<table>
<tr><th colspan="5"></th><th>Status</th></tr>
<tr><td rowspan="11">2.</td><td colspan="4">Motor einschalten</td><td></td></tr>
<tr><td>2.1.</td><td colspan="3">Geben Sie einen Drehzahlsollwert oberhalb der SSM-Grenze vor.</td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="5">2.2.</td><td colspan="3">Das folgende Vorgehen hängt davon ab, wie Sie die Funktion SSM bei der Inbetriebnahme eingestellt haben:</td><td rowspan="2"></td></tr>
<tr><td colspan="2">Oberes Diagramm:
Die Rückmeldung "Drehzahl unter Grenzwert" bleibt bei ausgeschaltetem Motor aktiv.</td><td>Unteres Diagramm:
Die Rückmeldung "Drehzahl unter Grenzwert" wird bei ausgeschaltetem Motor inaktiv.</td></tr>
<tr><td>2.2.1.</td><td>Wählen Sie STO an.</td><td rowspan="3">Schalten Sie den Motor ein (EIN-Befehl).</td><td></td></tr>
<tr><td>2.2.2.</td><td>Wählen Sie STO wieder ab.</td><td></td></tr>
<tr><td>2.2.3.</td><td>Schalten Sie den Motor innerhalb 5 s nach STO-Abwahl ein (EIN-Befehl).</td><td></td></tr>
<tr><td>2.3.</td><td colspan="3">Prüfen Sie, dass der erwartete Motor dreht.</td><td></td></tr>
<tr><td>2.4.</td><td colspan="3">Warten Sie, bis die Drehzahl des Motors den Sollwert erreicht.</td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="6">3.</td><td colspan="4">Motor ausschalten</td><td rowspan="2"></td></tr>
<tr><td>3.1.</td><td colspan="3">Schalten Sie den Motor aus (AUS1-Befehl).</td></tr>
<tr><td rowspan="4">3.2.</td><td colspan="3">Analysieren Sie den Trace:</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="3">• Wenn r9714[0] > Geschwindigkeitsgrenze p9346, dann gilt r9722.15 = 0.</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">SSM ohne Hysterese:
• Wenn r9714[0] < Geschwindigkeitsgrenze p9546, dann gilt r9722.15 = 1.</td><td>SSM mit Hysterese:
• Wenn r9714[0] < Geschwindigkeitsgrenze p9546 - Hysterese p9547, dann gilt r9722.15 = 1.</td><td rowspan="2"></td></tr>
<tr><td colspan="2">Die Rückmeldung "Drehzahl unter Grenzwert" bleibt bei ausgeschaltetem Motor aktiv:
• Wenn der Motor ausgeschaltet ist (r0899.11 = 0), dann gilt r9722.15 = 1.</td><td>Die Rückmeldung "Drehzahl unter Grenzwert" wird bei ausgeschaltetem Motor inaktiv:
• Wenn der Motor ausgeschaltet ist (r0899.11 = 0), dann gilt r9722.15 = 0.</td></tr>
</table>

☐ Sie haben den Abnahmetest der Funktion SSM abgeschlossen.

Beispiel für einen Trace



① Drehzahl: Der Motor beschleunigt
② Drehzahl über Grenzwert
③ Drehzahl unter Grenzwert

A.1.8 Abnahmetest SDI

Der Abnahmetest ist im Folgenden für die beiden Fälle SDI+ und SDI- getrennt beschrieben. Wenn Sie die Funktion SDI in beiden Drehrichtungen nutzen, müssen Sie beide Abnahmetests durchführen.

SDI ist mit den Stopp-Reaktionen STOP A und STOP B einstellbar. Die folgenden Diagramme zeigen nur den Fall mit der Stopp-Reaktion STOP A. Die unterschiedliche Reaktion des Antriebs je nach eingestellter Stopp-Reaktion ist in den folgenden Tabellen beschrieben.

Abnahmetest für SDI positiv

Die beiden Diagramme zeigen die empfohlenen Schritte beim Abnahmetest. Der Abnahmetest unterscheidet sich je nachdem, wie Sie SDI eingestellt haben:

- Diagramm 1: die Rückmeldung "SDI aktiv" bleibt bei ausgeschaltetem Motor aktiv.
- Diagramm 2: die Rückmeldung "SDI aktiv" wird bei ausgeschaltetem Motor inaktiv.

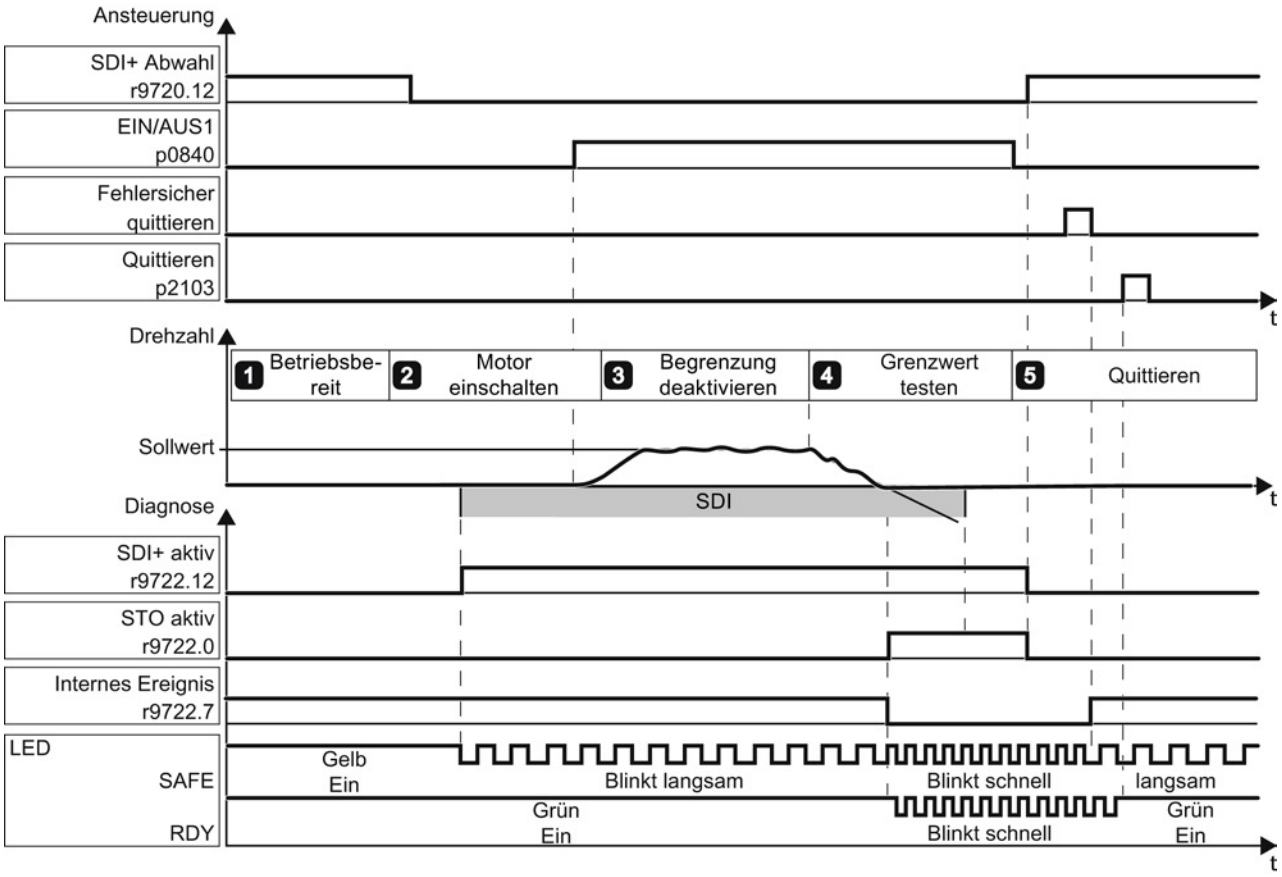


Bild A-11 Diagramm 1 - Abnahme für SDI+, "SDI aktiv" bleibt bei ausgeschaltetem Motor aktiv

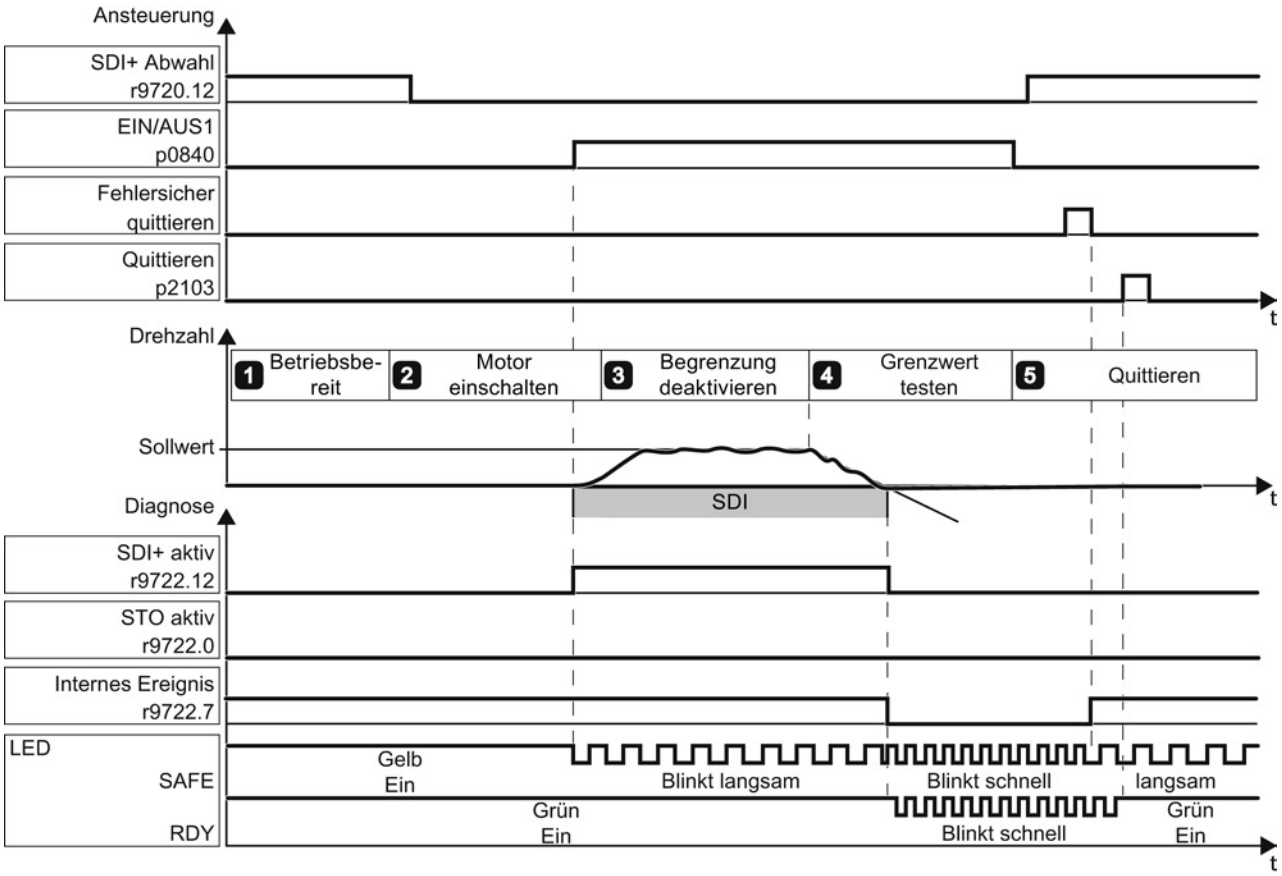
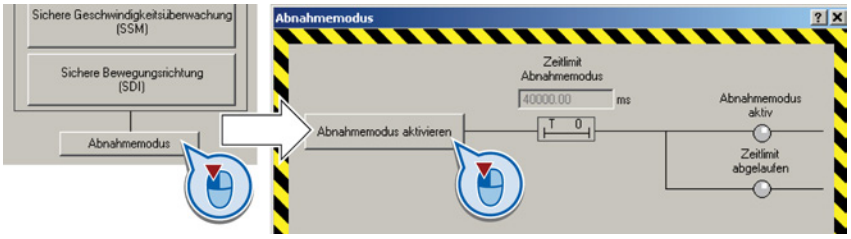


Bild A-12 Diagramm 2 - Abnahme für SDI+, "SDI aktiv" wird bei ausgeschaltetem Motor inaktiv

Vorgehen

1
2

Um den Abnahmetest der Funktion SDI bei positiver Drehrichtung durchzuführen, gehen Sie folgendermaßen vor:

			Status
1.	**Der Umrichter ist betriebsbereit**		
	Prüfen Sie Folgendes:		
	• Der Umrichter meldet weder Störungen noch Warnungen der Sicherheitsfunktionen (r0945[0…7], r2122[0…7]).		
	• SDI+ ist nicht aktiv (r9722.12 = 0).		
	Gehen Sie mit dem STARTER online und projektieren Sie folgenden Trace: • Trigger auf Variable - Bitmuster (r9722.7 = 0). • Aufzeichnung folgender Werte: r9713[0], r9722 Anzeige der Bits r9722.0 / .1 / .7 / .12 • Wählen Sie Zeitintervall und Pretrigger so, dass Sie das Überschreiten der SDI-Toleranz sowie die nachfolgenden Antriebsreaktionen erkennen.		
2.	**Motor einschalten**		
	2.1.	Geben Sie einen positiven Drehzahlsollwert vor.	
	2.2.	Wählen Sie SDI+ an, so dass nur noch positive Drehzahlen erlaubt sind.	
	2.3.	*Das weitere Vorgehen hängt davon ab, wie Sie die Funktion SDI bei der Inbetriebnahme eingestellt haben:*	
		Erstes Diagramm: *Die Rückmeldung "SDI aktiv" bleibt bei ausgeschaltetem Motor aktiv.*	*Zweites Diagramm:* *Die Rückmeldung "SDI aktiv" wird bei ausgeschaltetem Motor inaktiv.*
		Schalten Sie den Motor innerhalb von 5 Sekunden nach SDI-Abwahl ein (EIN-Befehl). *Wenn Sie länger als 5 Sekunden bis zum EIN-Befehl warten, wird STO aktiv. Wählen Sie in diesem Fall SDI ab und wieder an.*	Schalten Sie den Motor ein (EIN-Befehl).
	2.4.	Prüfen Sie, dass der erwartete Motor in die erwartete Richtung dreht.	
3.	**Sollwert-Begrenzung für den Abnahmetest deaktivieren**		
	Aktivieren Sie den Abnahmemodus:  		

				Status
4.	**Eingestellten Grenzwert testen**			
	4.1.	Geben Sie einen negativen Drehzahlsollwert vor.		
	4.2.	*Der folgende Test hängt davon ab, wie Sie die Funktion SDI bei der Inbetriebnahme eingestellt haben:*		
		STOP A bei Grenzwertverletzung • Der Umrichter meldet: – C01716 und C30716 (Toleranz für sichere Bewegungsrichtung überschritten) – C01700 und C30700 (STOP A ausgelöst)	*STOP B bei Grenzwertverletzung* • Der Umrichter meldet: – C01716 und C30716 (Toleranz für sichere Bewegungsrichtung überschritten) – C01701 und C30701 (STOP B ausgelöst) – C01700 und C30700 (STOP A ausgelöst)	
	4.3.	Analysieren Sie den Trace:		
		• Wenn SDI+ angewählt ist, meldet der Umrichter: SDI+ ist aktiv (r9722.12 = 1).		
		• Wenn r9713[0] > SDI-Toleranz, dann meldet der Umrichter ein internes Ereignis (r9722.7 = 0).		
		STOP A bei Grenzwertverletzung	*STOP B bei Grenzwertverletzung*	
		• Der Motor läuft bis zum Stillstand aus (r9722.0 = 1).	• Der Umrichter bremst den Motor an der AUS3-Rampe (r9722.1 = 1).	
			• Nach dem Bremsen ist STO aktiv (r9722.0 = 1).	
5.	**Fehler quittieren**			
	5.1.	Wählen Sie SDI+ ab.		
	5.2.	Prüfen Sie: SDI+ ist nicht aktiv (r9722.12 = 0).		
	5.3.	Quittieren Sie die Meldungen der Sicherheitsfunktionen.		

☐ Sie haben den Abnahmetest der Funktion SDI bei positiver Drehrichtung abgeschlossen.

Abnahmetest für SDI negativ

Die beiden Diagramme zeigen die empfohlenen Schritte beim Abnahmetest. Der Abnahmetest unterscheidet sich je nachdem, wie Sie SDI eingestellt haben:

- Diagramm 1: die Rückmeldung "SDI aktiv" bleibt bei ausgeschaltetem Motor aktiv.
- Diagramm 2: die Rückmeldung " SDI aktiv " wird bei ausgeschaltetem Motor inaktiv.

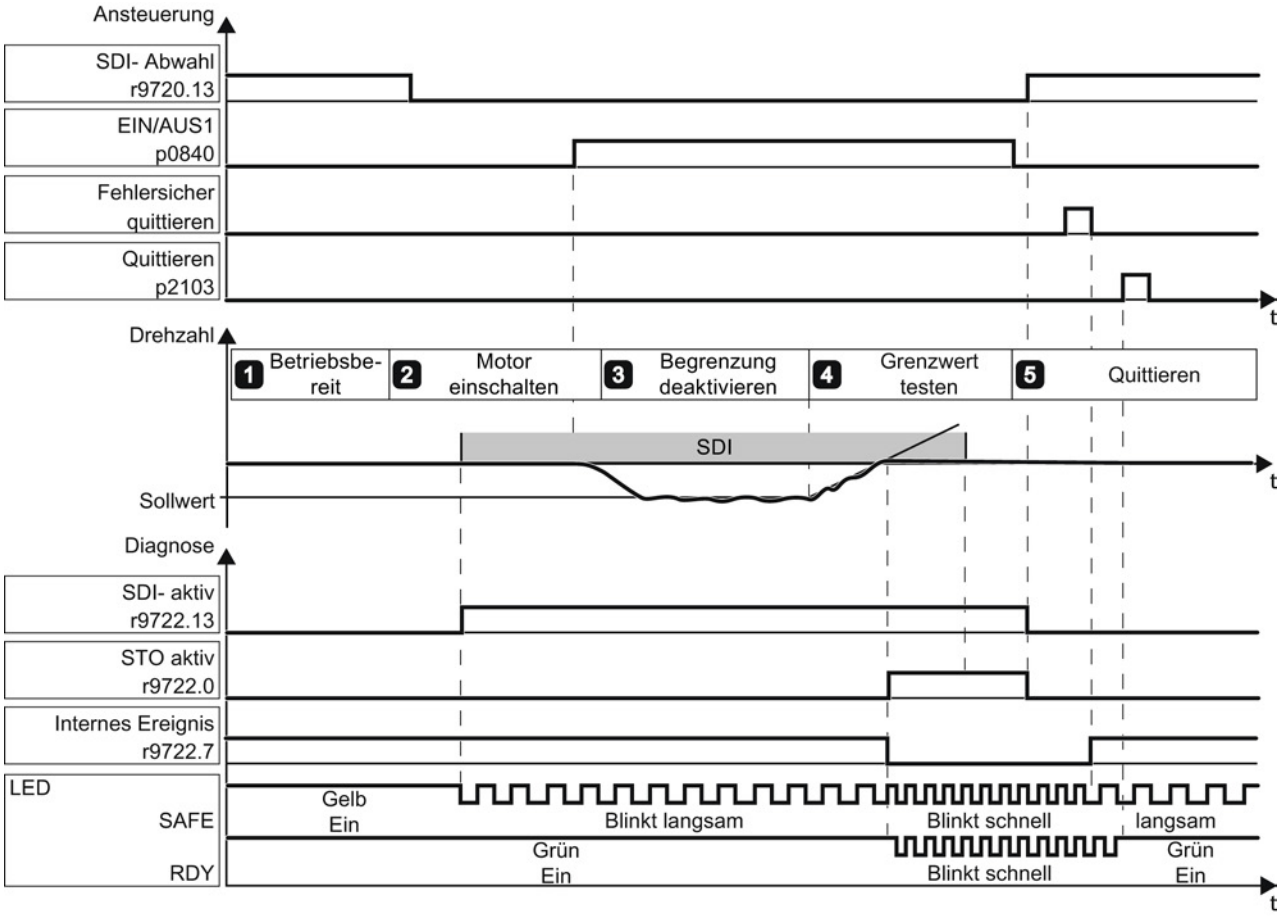


Bild A-13 Diagramm 1 - Abnahme für SDI-, "SDI aktiv" bleibt bei ausgeschaltetem Motor aktiv

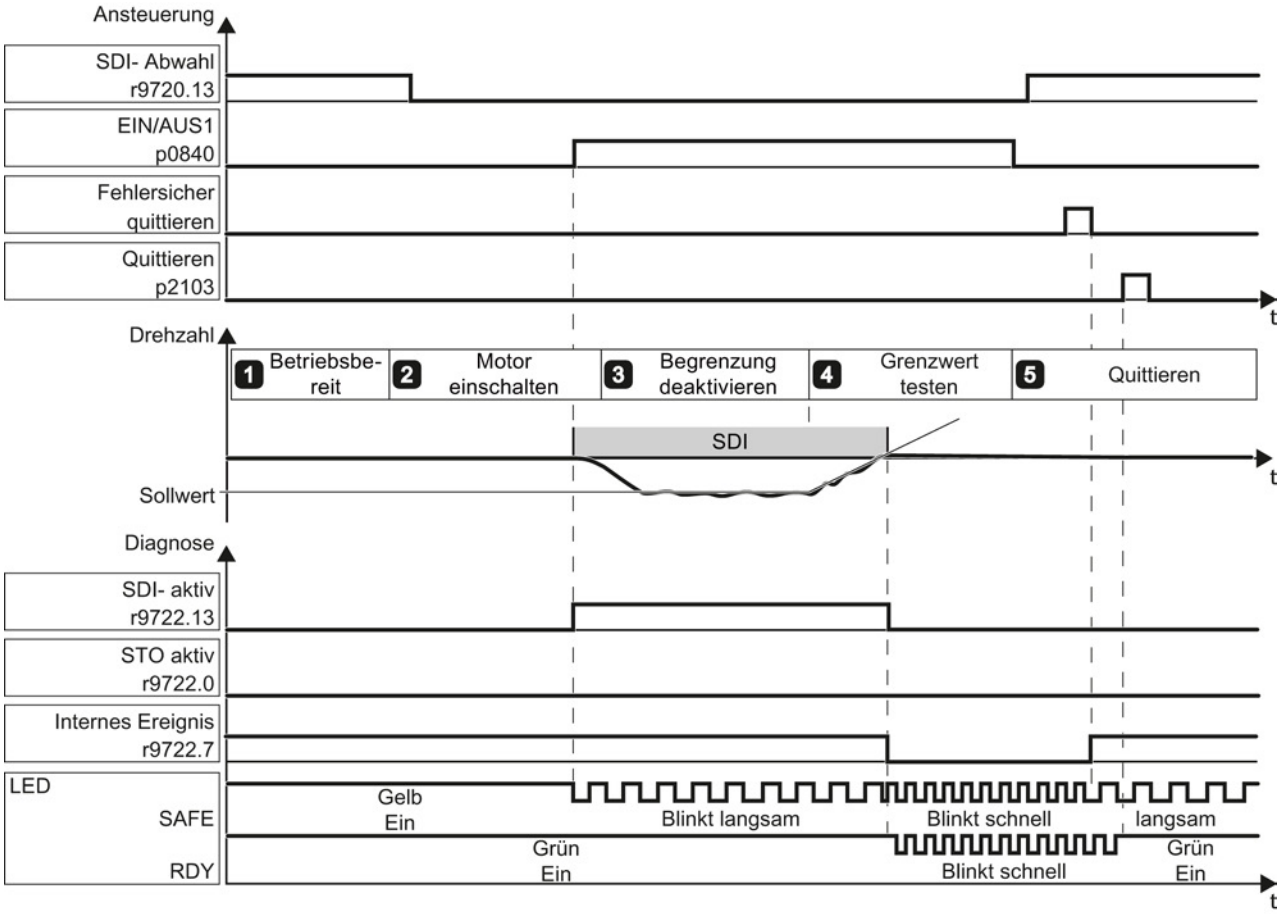
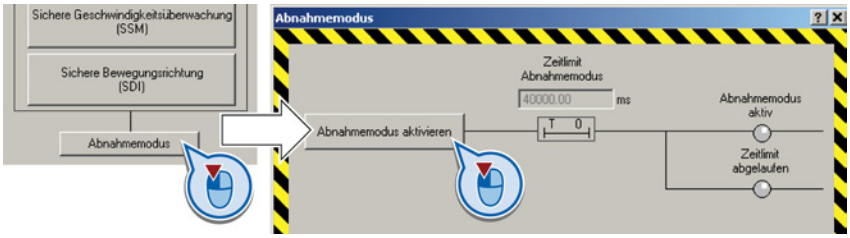


Bild A-14 Diagramm 2 - Abnahme für SDI-, "SDI aktiv" wird bei ausgeschaltetem Motor inaktiv

Vorgehen

1
2

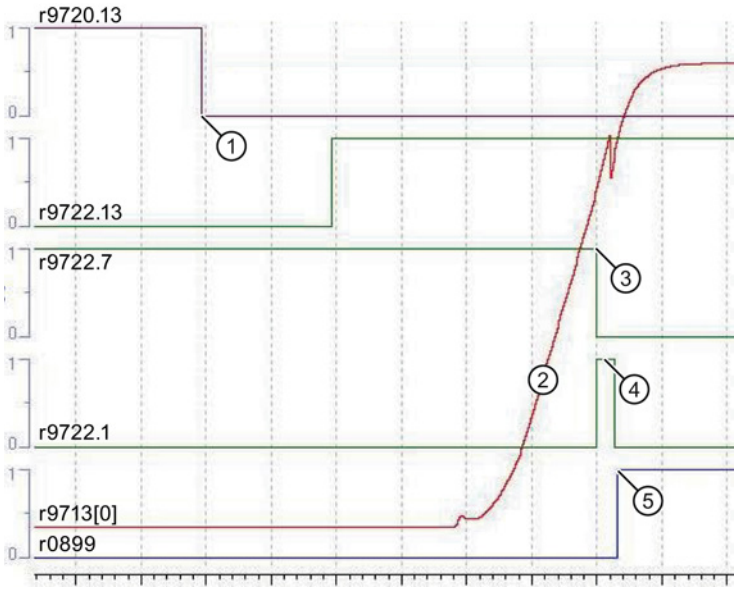
Um den Abnahmetest der Funktion SDI bei negativer Drehrichtung durchzuführen, gehen Sie folgendermaßen vor:

			Status
1.	**Der Umrichter ist betriebsbereit**		
	Prüfen Sie Folgendes:		
	• SDI- ist nicht aktiv (r9722.13 = 0).		
	• Der Umrichter meldet weder Störungen noch Warnungen der Sicherheitsfunktionen (r0945[0…7], r2122[0…7]).		
	Gehen Sie mit dem STARTER online und projektieren Sie folgenden Trace: • Trigger auf Variable - Bitmuster (r9722.7 = 0). • Aufzeichnung folgender Werte: r9713[0], r9722 Anzeige der Bits r9722.0 / .1 / .7 / .13 • Wählen Sie Zeitintervall und Pretrigger so, dass Sie das Überschreiten der SDI-Toleranz sowie die nachfolgenden Antriebsreaktionen erkennen.		
2.	**Motor einschalten**		
	2.1.	Geben Sie einen negativen Drehzahlsollwert vor.	
	2.2.	Wählen Sie SDI- an, so dass nur noch negative Drehzahlen erlaubt sind.	
	2.3.	*Das weitere Vorgehen hängt davon ab, wie Sie SDI bei der Inbetriebnahme eingestellt haben:*	
		Erstes Diagramm: *Die Rückmeldung "SDI aktiv" bleibt bei ausgeschaltetem Motor aktiv.*	*Zweites Diagramm:* *Die Rückmeldung "SDI aktiv" wird bei ausgeschaltetem Motor inaktiv.*
		Schalten Sie den Motor innerhalb von 5 Sekunden nach SDI-Abwahl ein (EIN-Befehl). *Wenn Sie länger als 5 Sekunden bis zum EIN-Befehl warten, wird STO aktiv. Wählen Sie in diesem Fall SDI ab und wieder an.*	Schalten Sie den Motor ein (EIN-Befehl).
	2.4.	Prüfen Sie, dass der erwartete Motor in die erwartete Richtung dreht.	
3.	**Sollwert-Begrenzung für den Abnahmetest deaktivieren**		
	Aktivieren Sie den Abnahmemodus: 		

				Status
4.	**Eingestellten Grenzwert testen**			
	4.1.	Geben Sie einen positiven Drehzahlsollwert vor.		
	4.2.	*Der folgende Test hängt davon ab, wie Sie die Funktion SDI bei der Inbetriebnahme eingestellt haben:*		
		STOP A bei Grenzwertverletzung	*STOP B bei Grenzwertverletzung*	
		Der Umrichter meldet: • C01716 und C30716 (Toleranz für sichere Bewegungsrichtung überschritten) • C01700 und C30700 (STOP A ausgelöst)	Der Umrichter meldet: • C01716 und C30716 (Toleranz für sichere Bewegungsrichtung überschritten) • C01701 und C30701 (STOP B ausgelöst) • C01700 und C30700 (STOP A ausgelöst)	
	4.3.	Analysieren Sie den Trace		
		• Wenn SDI- angewählt ist, meldet der Umrichter: SDI- ist aktiv (r9722.13 = 1).		
		• Wenn r9713[0] > SDI-Toleranz, dann meldet der Umrichter ein internes Ereignis (r9722.7 = 0).		
		STOP A bei Grenzwertverletzung	*STOP B bei Grenzwertverletzung*	
		• Der Motor läuft bis zum Stillstand aus (r9722.0 = 1).	• Der Umrichter bremst den Motor an der AUS3-Rampe (r9722.1 = 1).	
			• Nach dem Bremsen ist STO aktiv (r9722.0 = 1).	
5.	**Fehler quittieren**			
	5.1.	Wählen Sie SDI- ab.		
	5.2.	Prüfen Sie: SDI- ist nicht aktiv (r9722.13 = 0).		
	5.3.	Quittieren Sie die Meldungen der Sicherheitsfunktionen.		

☐ Sie haben den Abnahmetest der Funktion SDI bei negativer Drehrichtung abgeschlossen.

Beispiel für einen Trace (STOP B bei Grenzwertverletzung)



① SDI ist angewählt

② Lageistwert: Der Motor dreht

③ Der Lageistwert des Antriebs verlässt die zulässige Toleranz

④ STOP B ist aktiv - der Motor bremst an der AUS3-Rampe

⑤ STO als Folge von STOP B ist aktiv

A.1.9 Abnahmetest für F-DI-Status im PROFIsafe-Telegramm 900

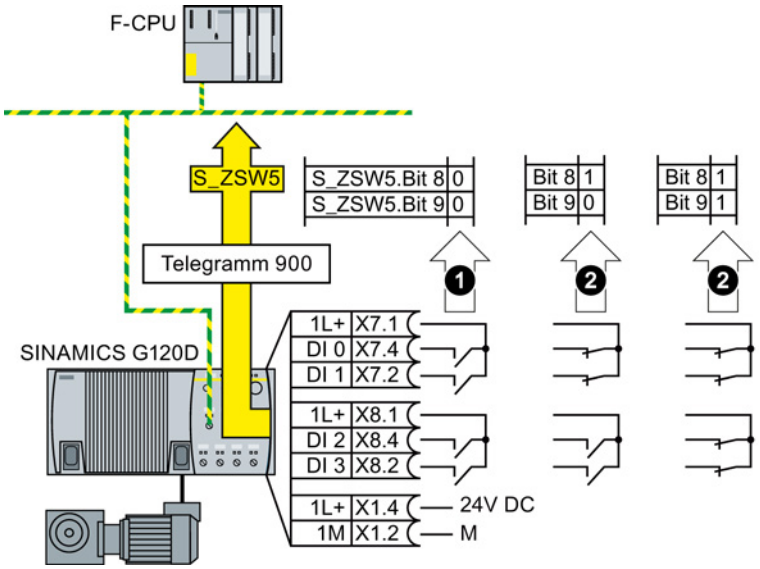


Bild A-15 Abnahmetest für den Status der sicheren Eingänge am Beispiel eines SINAMICS G120D

Vorgehen

1
2

Um den Abnahmetest für den F-DI-Status durchzuführen, gehen Sie folgendermaßen vor:

			Status
-	**Der Umrichter ist betriebsbereit**		
	• Der Umrichter meldet weder Störungen noch Warnungen der Sicherheitsfunktionen (r0945[0…7], r2122[0…7]).		
1.	**Status "Low" des sicheren Eingangs kontrollieren**		
	1.1.	Schalten Sie das Signal des zu prüfenden sicheren Eingangs auf low.	
	1.2.	Prüfen Sie in der F-CPU, ob im Statuswort S_ZSW5 das entsprechende Bit den Wert 0 hat.	
2.	**Status "High" des sicheren Eingangs kontrollieren**		
	2.1.	Schalten Sie das Signal des zu prüfenden sicheren Eingangs auf high.	
	2.2.	Prüfen Sie n der F-CPU, ob im Statuswort S_ZSW5 das entsprechende Bit den Wert 1 hat.	

Sie haben den Abnahmetest für den F-DI-Status abgeschlossen.

A.2 Dokumentation zur Abnahme

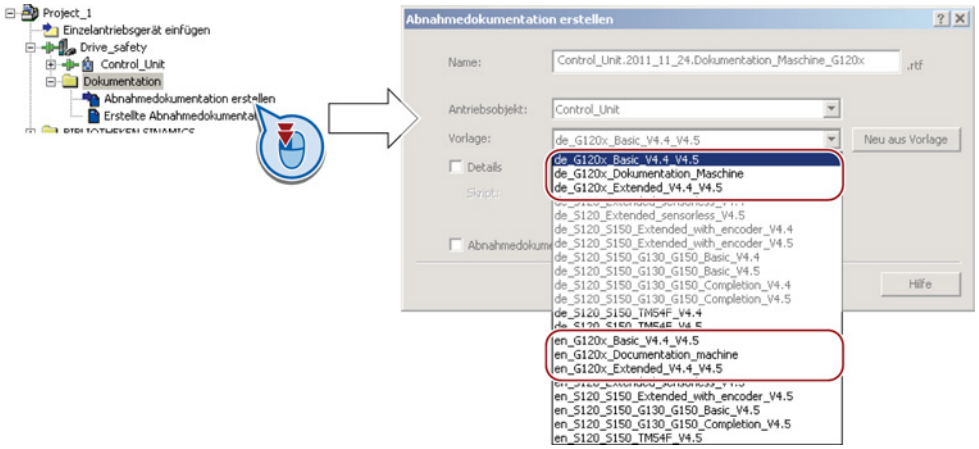
A.2.1 Protokolle mit Einstellungen der Sicherheitsfunktionen erstellen

Der STARTER erstellt ein Protokoll Ihrer Einstellungen der Sicherheitsfunktionen, das Sie für Ihre Maschinen-Dokumentation nutzen können.

Vorgehen

Um die Abnahmedokumentation des Antriebs mit dem STARTER zu erstellen, gehen Sie folgendermaßen vor:

1. Wählen Sie im STARTER "Abnahmedokumentation erstellen":



   Der STARTER enthält Vorlagen in deutscher und englischer Sprache.

2. Wählen Sie die passende Vorlage und erstellen Sie ein Protokoll für jeden Antrieb Ihrer Maschine bzw. Anlage:
   - Vorlage für die Maschinendokumentation:

     de_G120x_Dokumentation_Maschine: Deutsche Vorlage.

     en_G120x_Documentation_machine: Englische Vorlage.
   - Protokoll der Einstellungen für die Basisfunktionen ab Firmware-Version V4.4:

     de_G120x_Basicc_V4.4…: Deutsches Protokoll.

     en_G120x_Basic_V4.4…: Englisches Protokoll.
   - Protokoll der Einstellungen für die Erweiterten Funktionen ab Firmware-Version V4.4:

     Protokoll_de_G120x_Extended_V4.4…: Deutsches Protokoll.

     Protocol_en_G120x_Extended_V4.4…: Englisches Protokoll.

3. Laden Sie die erstellten Protokolle zur Archivierung und die Maschinen-Dokumentation zur weiteren Bearbeitung:

4. Archivieren Sie die Protokolle und die Maschinen-Dokumentation.

Sie haben die Dokumente für die Abnahme der Sicherheitsfunktionen erzeugt.

Die Protokolle und die Maschinen-Dokumentation finden Sie in den folgenden Abschnitten.

A.2.2 Beispiel für eine Maschinen-Dokumentation

Maschinen- oder Anlagenbeschreibung

Bezeichnung	…
Typ	…
Seriennummer	…
Hersteller	…
Endkunde	…
Übersichtsbild der Maschine bzw. Anlage: … … … … … … …	

Umrichterdaten

Tabelle A- 1 Hardware-Ausgabestand der sicherheitsrelevanten Umrichter

Bezeichnung des Antriebs	Bestellnummer und Hardware-Ausgabestand der Umrichter
…	…
…	…

Funktionstabelle

Tabelle A- 2 Aktive Sicherheitsfunktionen in Abhängigkeit von Betriebsart und Sicherheitseinrichtung

Betriebsart	Sicherheits-Einrichtung	Antrieb	Angewählte Sicherheitsfunktion	Geprüft
…	…	…	…	
…	…	…	…	
Beispiel:				
Produktion	*Schutztür geschlossen*	*Förderband*	---	---
	Schutztür geöffnet	*Förderband*	*SS1 (Bremsen in 2 Sekunden)*	
	Not-Halt-Taster aktiv	*Förderband*	*STO*	
Einrichten	*Schutztür geschlossen*	*Förderband*	---	---
	Schutztür geöffnet	*Förderband*	*SLS-Stufe 1 (300 1/min)*	
	Not-Halt-Taster aktiv	*Förderband*	*STO*	

Einstellungen protokollieren

Dateinamen der Protokolle:	
…	
…	

Datensicherung

Daten	Speichermedium			Aufbewahrungsort
	Aufbewahrungsart	Bezeichnung	Datum	
Protokolle der Einstellungen	…	…	…	…
Abnahmetests	…	…	…	…
STARTER-Traces	…	…	…	…
PLC-Programm	…	…	…	…
Schaltpläne	…	…	…	…

Gegenzeichnungen

Inbetriebnehmer

Bestätigt wird die fachgerechte Durchführung der oben aufgeführten Tests und Kontrollen.

Datum	Name	Firma / Abteilung	Unterschrift
…	…	…	…

Maschinenhersteller

Bestätigt wird die Richtigkeit der oben protokollierten Einstellungen.

Datum	Name	Firma / Abteilung	Unterschrift
…	…	…	…

A.2.3 Protokoll der Einstellungen für die Basisfunktionen, Firmware V4.4 ... V4.7

Antrieb = <pDO-NAME_v>

Tabelle A- 3 Firmware-Version

Name	Nummer	Wert
Control Unit Firmware-Version	r18	<r18_v>
SI Version antriebsintegrierte Sicherheitsfunkt (Prozessor 1)	r9770	<r9770_v>

Tabelle A- 4 Überwachungstakt

Name	Nummer	Wert
SI Überwachungstakt (Prozessor 1)	r9780	<r9780_v>

Tabelle A- 5 Prüfsummen

Name	Nummer	Wert
SI Modulkennung Control Unit	r9670	<r9670_v>
SI Modulkennung Power Module	r9672	<r9672_v>
SI Soll-Prüfsumme SI-Parameter (Prozessor 1)	p9799	<p9799_v>
SI Soll-Prüfsumme SI-Parameter (Prozessor 2)	p9899	<p9899_v>

Tabelle A- 6 Einstellungen der Sicherheitsfunktion

Name		Nummer	Wert
SI Freigabe antriebsintegrierte Funktionen		p9601	<p9601_v>
Nur bei Control Unit CU250S-2	SI Freigabe sichere Bremsenansteuerung	p9602	<p9602_v>
SI PROFIsafe-Adresse		p9610	<p9610_v>
F-DI-Umschaltung Diskrepanzzeit		p9650	<p9650_v>
SI STO Entprellzeit		p9651	<p9651_v>
Nur bei Control Unit CU250S-2	SI Safe Stop 1 Verzögerungszeit	p9652	<p9652_v>
SI Zwangsdynamisierung Timer		p9659	<p9659_v>

Tabelle A- 7 Safety-Logbuch

Name	Nummer	Wert
SI Änderungskontrolle Prüfsumme	r9781[0]	<r9781[0]_v>
SI Änderungskontrolle Prüfsumme	r9781[1]	<r9781[1]_v>
SI Änderungskontrolle Zeitstempel	r9782[0]	<r9782[0]_v>
SI Änderungskontrolle Zeitstempel	r9782[1]	<r9782[1]_v>

A.2.4 Protokoll der Einstellungen für die erweiterten Funktionen, Firmware V4.4 ... V4.7

Antrieb = <pDO-NAME_v>

Tabelle A- 8 Firmware-Version

Name	Nummer	Wert
Control Unit Firmware-Version	r18	<r18_v>
SI Motion Version sichere Bewegungsüberwachungen	r9590	<r9590_v>
SI Version antriebsintegrierte Sicherheitsfunkt	r9770	<r9770_v>

Tabelle A- 9 Überwachungstakt

Name	Nummer	Wert
SI Überwachungstakt	r9780	<r9780_v>

Tabelle A- 10 Prüfsummen

Name	Nummer	Wert
SI Motion Soll-Prüfsumme SI-Parameter (Prozessor 2)	p9399[0]	<p9399[0]_v>
	p9399[1]	<p9399[1]_v>
SI Modulkennung Control Unit	r9670	<r9670_v>
SI Modulkennung Power Module	r9672	<r9672_v>
SI Soll-Prüfsumme SI-Parameter (Prozessor 1)	p9799	<p9799_v>
SI Motion Soll-Prüfsumme SI-Parameter (Prozessor 1)	p9729[0]	<p9729[0]_v>
	p9729[1]	<p9729[1]_v>
	p9729[2]	<p9729[2]_v>
SI Soll-Prüfsumme SI-Parameter (Prozessor 2)	p9899	<p9899_v>

Tabelle A- 11 Sicherheitsfunktionen

Name	Nummer	Wert
SI Motion Freigabe sichere Funktionen	p9501	<p9501_v>
SI Motion Funktionsspezifikation	p9506	<p9506_v>
SI Motion Funktionskonfiguration	p9507	<p9507_v>
SI Motion Verhalten während Impulslöschung	p9509	<p9509_v>
SI Motion Getriebe Motor/Last Nenner	p9521	<p9521_v>
SI Motion Getriebe Motor/Last Zähler	p9522	<p9522_v>
SI Motion SLS Grenzwerte, Grenzwert SLS1	p9531[0]	<p9531[0]_v>
SI Motion SLS Grenzwerte, Grenzwert SLS2	p9531[1]	<p9531[1]_v>
SI Motion SLS Grenzwerte, Grenzwert SLS3	p9531[2]	<p9531[2]_v>
SI Motion SLS Grenzwerte, Grenzwert SLS4	p9531[3]	<p9531[3]_v>
SI Motion SLS Sollwertgeschwindigkeitsbegrenzung	p9533	<p9533_v>

Name		Nummer	Wert
SI Motion Istwertvergleich Toleranz (kreuzweise)		p9542	<p9542_v>
SI Motion SSM Filterzeit		p9545	<p9545_v>
SI Motion SSM Geschwindigkeitsgrenze		p9546	<p9546_v>
SI Motion SSM Geschwindigkeitshysterese		p9547	<p9547_v>
SI Motion SAM Istgeschwindigkeit Toleranz		p9548	<p9548_v>
SI Motion SLS-Umschaltung Verzögerungszeit		p9551	<p9551_v>
SI Motion Impulslöschung Verzögerungszeit		p9556	<p9556_v>
SI Motion Abnahmetestmodus Zeitlimit		p9558	<p9558_v>
SI Motion Zwangsdynamisierung Timer		p9559	<p9559_v>
SI Motion Impulslöschung Abschaltdrehzahl		p9560	<p9560_v>
SI Motion SLS-spezifische Stopreaktion, Grenzwert SLS1		p9563[0]	<p9563[0]_v>
SI Motion SLS-spezifische Stopreaktion, Grenzwert SLS2		p9563[1]	<p9563[1]_v>
SI Motion SLS-spezifische Stopreaktion, Grenzwert SLS3		p9563[2]	<p9563[2]_v>
SI Motion SLS-spezifische Stopreaktion, Grenzwert SLS4		p9563[3]	<p9563[3]_v>
SI Motion SDI Toleranz		p9564	<p9564_v>
SI Motion SDI Verzögerungszeit		p9565	<p9565_v>
SI Motion SDI Stopreaktion		p9566	<p9566_v>
SI Motion SAM Geschwindigkeitsgrenze		p9568	<p9568_v>
SI Motion Abnahmetestmodus		p9570	<p9570_v>
SI Motion Bremsrampe Bezugswert		p9581	<p9581_v>
SI Motion Bremsrampe Verzögerungszeit		p9582	<p9582_v>
SI Motion Bremsrampe Überwachungszeit		p9583	<p9583_v>
Ab Firmware V4.5	SI Motion Fehlertoleranz Istwerterfassung geberlos	p9585	<p9585_v>
SI Motion Verzögerungszeit der Auswertung geberlos		p9586	<p9586_v>
SI Motion geberlose Istwerterfassung Filterzeit		p9587	<p9587_v>
SI Motion Istwerterfassung geberlos Minimalstrom		p9588	<p9588_v>
SI Motion Spannungstoleranz Beschleunigung		p9589	<p9589_v>
SI Freigabe antriebsintegrierte Funktionen		p9601	<p9601_v>
Nur bei Control Unit CU250S-2	Freigabe sichere Bremsenansteuerung	p9602	<p9602_v>
SI PROFIsafe-Adresse		p9610	<p9610_v>
F-DI-Umschaltung Diskrepanzzeit		p9650	<p9650_v>
SI STO Entprellzeit		p9651	<p9651_v>
Nur bei Control Unit CU250S-2	Safe Stop 1 Verzögerungszeit	p9652	<p9652_v>
SI Zwangsdynamisierung Timer		p9659	<p9659_v>
F-DI-Umschaltung Diskrepanzzeit		p10002	<p10002_v>
SI Quittierung internes Ereignis F-DI		p10006	<p10006_v>
SI Digitaleingänge Entprellzeit		p10017	<p10017_v>
SI STO Eingangsklemme		p10022	<p10022_v>
SI SS1 Eingangsklemme		p10023	<p10023_v>
SI SLS Eingangsklemme		p10026	<p10026_v>

Name	Nummer	Wert
SI SDI positiv Eingangsklemme	p10030	<p10030_v>
SI SDI negativ Eingangsklemme	p10031	<p10031_v>
SI F-DI Überwachungsstatus	r10049	<r10049_v>
SI PROFIsafe F-DI übertragen	p10050	<p10050_v>

Tabelle A- 12 Fehlersicherer Ausgang im SINAMICS G120D mit CU240/250D-2 DP/PN F und im SINAMICS G120 mit CU250S-2

Name	Nummer	Wert
SI Wartezeit für Teststop an DO	p10001	<p10001_v>
SI Zwangsdynamisierung Timer	p10003	<p10003_v>
SI Zwangsdynamisierung F-DO Signalquelle	p10007	<p10007_v>
SI Safe State Signalauswahl	p10039	< p10039_v>
SI F-DO 0 Signalquellen	p10042[0]	<p10042[0]_v>
	p10042[1]	<p10042[1]_v>
	p10042[2]	<p10042[2]_v>
	p10042[3]	<p10042[3]_v>
	p10042[4]	<p10042[4]_v>
	p10042[5]	<p10042[5]_v>
SI F-DO Rückmeldeeingang Aktivierung	p10046	<p10046_v>
SI F-DO Teststop-Modus	p10047	<p10047_v>

Tabelle A- 13 Safety-Logbuch

Name	Nummer	Wert
SI Änderungskontrolle Prüfsumme	r9781[0]	<r9781[0]_v>
SI Änderungskontrolle Prüfsumme	r9781[1]	<r9781[1]_v>
SI Änderungskontrolle Zeitstempel	r9782[0]	<r9782[0]_v>
SI Änderungskontrolle Zeitstempel	r9782[1]	<r9782[1]_v>

A.3 Normen und Vorschriften

A.3.1 Allgemeines

A.3.1.1 Zielsetzung

Aus der Verantwortung, die Hersteller und Betreiber technischer Einrichtungen und Produkte für die Sicherheit haben, resultiert die Forderung, Anlagen, Maschinen und andere technische Einrichtungen so sicher zu machen, wie es nach dem Stand der Technik möglich ist. Hierzu wird von den Wirtschaftspartnern der Stand der Technik bezüglich aller Aspekte, die für die Sicherheit von Bedeutung sind, in Normen beschrieben. Durch Einhaltung der jeweils relevanten Normen kann berechtigterweise vermutet werden, dass der Stand der Technik erreicht wurde und somit der Errichter einer Anlage oder Hersteller einer Maschine oder eines Gerätes seine Sorgfaltspflicht erfüllt hat.

Die Sicherheitstechnik soll dazu beitragen, die Gefährdung von Mensch und Umwelt durch technische Einrichtungen so weit wie möglich zu verringern, ohne dadurch die industrielle Produktion und den Einsatz von Maschinen mehr als unbedingt notwendig einzuschränken. Durch international abgestimmte Regelwerke soll der Schutz von Mensch und Umwelt allen Ländern in gleichem Maße zuteilwerden und gleichzeitig sollen Wettbewerbsverzerrungen aufgrund unterschiedlicher Sicherheitsanforderungen vermieden werden.

In den verschiedenen Regionen und Ländern der Welt gibt es unterschiedliche Konzepte und Anforderungen zur Gewährleistung von Sicherheit. Die rechtlichen Konzepte und die Anforderungen wie und wann nachzuweisen ist, ob ausreichende Sicherheit besteht, sind ebenso unterschiedlich wie die Zuordnung der Verantwortlichkeiten.

Wichtig für Hersteller von Maschinen und Errichter von Anlagen ist, dass immer die Gesetze und Regeln des Ortes gelten, an dem die Maschine oder Anlage betrieben wird. Beispielsweise muss die Steuerung einer Maschine, die in den USA betrieben werden soll, den dortigen Anforderungen genügen, auch wenn der Maschinenhersteller aus dem Europäischen Wirtschaftsraum (EWR) stammt.

A.3.1.2 Funktionale Sicherheit

Die Sicherheit ist aus Sicht des zu schützenden Gutes unteilbar. Da die Ursachen von Gefährdungen und damit auch die technischen Maßnahmen zu ihrer Vermeidung aber sehr unterschiedlich sein können, unterscheidet man verschiedene Arten der Sicherheit, z. B. durch Angabe der jeweiligen Ursache möglicher Gefährdungen. So spricht man von "funktionaler Sicherheit", wenn die Sicherheit von der korrekten Funktion abhängt.

Um funktionale Sicherheit einer Maschine oder Anlage zu erreichen, ist es notwendig, dass die sicherheitsrelevanten Teile der Schutz- und Steuereinrichtungen korrekt funktionieren und sich im Fehlerfall so verhalten, dass die Anlage in einem sicheren Zustand bleibt oder in einen sicheren Zustand gebracht wird. Dazu ist die Verwendung besonders qualifizierter Technik notwendig, die den in den betreffenden Normen beschriebenen Anforderungen genügt. Die Anforderungen zur Implementierung funktionaler Sicherheit basieren auf den grundlegenden Zielen:

- Vermeidung systematischer Fehler
- Beherrschung zufälliger Fehler oder Ausfälle

Das Maß für die erreichte funktionale Sicherheit ist die Wahrscheinlichkeit gefährlicher Ausfälle, die Fehlertoleranz und die Qualität, die durch Vermeidung von systematischen Fehlern gewährleistet werden soll. Dies wird in den Normen durch spezifische Klassifizierung ausgedrückt. In IEC/EN 61508, IEC/EN 62061 "Safety Integrity Level" (SIL) und EN ISO 13849-1 "Kategorie" und "Performance Level" (PL).

A.3.2 Maschinensicherheit in Europa

Die EG-Richtlinien, die die Realisierung von Produkten betreffen, basieren auf Artikel 95 des EU-Vertrages, der den freien Warenverkehr regelt. Ihnen liegt ein neues, globales Konzept ("new approach", "global approach") zugrunde:

- EG-Richtlinien enthalten nur allgemeine Sicherheitsziele und legen grundlegende Sicherheitsanforderungen fest.
- Technische Details können von Normungsgremien, die ein entsprechendes Mandat der Kommission des Europäischen Parlaments und des Rates haben (CEN, CENELEC), in Normen festgelegt werden. Diese Normen werden unter einer bestimmten Richtlinie harmonisiert und im Amtsblatt der Kommission des Europäischen Parlaments und des Rates gelistet. Die Einhaltung bestimmter Normen ist nicht vom Gesetzgeber vorgeschrieben. Bei Erfüllung der harmonisierten Normen gilt aber die Vermutung, dass alle zutreffenden Sicherheitsanforderungen der Richtlinien erfüllt sind.
- EG-Richtlinien verlangen von den Mitgliedsländern die gegenseitige Anerkennung nationaler Vorschriften.

Die EG-Richtlinien sind nebeneinander gleichwertig, d. h., wenn mehrere Richtlinien für eine bestimmte Einrichtung zutreffen, gelten die Anforderungen aller relevanten Richtlinien (z. B. für eine Maschine mit elektrischer Ausrüstung gilt die Maschinenrichtlinie und die Niederspannungsrichtlinie).

A.3.2.1 Maschinenrichtlinie

Die Erfüllung der grundlegenden Sicherheits- und Gesundheitsanforderungen in Anhang I der Richtlinie ist für die Sicherheit von Maschinen zwingend notwendig.

Die Schutzziele müssen verantwortungsbewusst umgesetzt werden, um die Forderung nach Konformität mit der Richtlinie zu erfüllen.

Der Hersteller einer Maschine muss den Nachweis über die Übereinstimmung mit den grundlegenden Anforderungen erbringen. Dieser Nachweis wird durch die Anwendung harmonisierter Normen erleichtert.

A.3.2.2 Harmonisierte Europanormen

Harmonisierte Europanormen werden von den beiden Normungsorganisationen CEN (Comité Européen de Normalisation) und CENELEC (Comité Européen de Normalisation Électrotechnique) im Auftrag der EU-Kommission erarbeitet, um die Anforderungen der EG-Richtlinien für ein bestimmtes Produkt zu präzisieren. Diese Normen (EN-Normen) werden im Amtsblatt der Kommission des Europäischen Parlaments und des Rates veröffentlicht und sind danach ohne Änderungen in nationale Normen zu übernehmen. Sie dienen zur Erfüllung der grundlegenden Sicherheits- und Gesundheitsanforderungen und der im Anhang I der Maschinenrichtlinie genannten Schutzziele.

Durch Einhaltung der harmonisierten Normen ergibt sich eine "automatische Vermutungswirkung" der Erfüllung der Richtlinie, d. h., der Hersteller darf darauf vertrauen, dass er die Sicherheitsaspekte der Richtlinie erfüllt hat, soweit sie in der jeweiligen Norm behandelt sind. Allerdings ist nicht jede Europanorm in diesem Sinne harmonisiert. Entscheidend ist die Listung im Amtsblatt des Europäischen Parlaments und des Rates.

Das europäische Normenwerk für Sicherheit von Maschinen ist hierarchisch aufgebaut. Es gliedert sich in:

- A-Normen (Grundnormen)
- B-Normen (Gruppennormen)
- C-Normen (Produktnormen)

Zu Typ A-Normen/Grundnormen

A-Normen enthalten grundlegende Begriffe und Festlegungen für alle Maschinen. Dazu zählt die EN ISO 12100 (früher EN 292-1) "Sicherheit von Maschinen, Grundbegriffe, allgemeine Gestaltungsleitsätze".

A-Normen richten sich primär an die Normensetzer von B- und C-Normen. Die dort niedergelegten Verfahren zur Risikominimierung können jedoch auch für den Hersteller hilfreich sein, wenn keine C-Normen vorliegen.

Zu Typ B-Normen/Gruppennormen

B-Normen sind alle Normen mit sicherheitstechnischen Aussagen, die mehrere Arten von Maschinen betreffen können. Auch die B-Normen richten sich primär an die Normensetzer für C-Normen. Sie können jedoch auch für Hersteller bei Konstruktion und Bau einer Maschine hilfreich sein, wenn keine C-Normen vorliegen.

Es wurde bei den B-Normen eine weitere Unterteilung vorgenommen, und zwar in:

- Typ B1-Normen für übergeordnete Sicherheitsaspekte, z. B. ergonomische Grundsätze, Sicherheitsabstände gegen das Erreichen von Gefahrenquellen, Mindestabstände zur Vermeidung des Quetschens von Körperteilen.
- Typ B2-Normen für Sicherheitseinrichtungen sind bestimmt für verschiedene Maschinenarten, z. B. Not-Halt-Einrichtungen, Zweihandschaltungen, Verriegelungen, berührungslos wirkende Schutzeinrichtungen, sicherheitsbezogene Teile von Steuerungen.

Zu Typ C-Normen/Produktnormen

C-Normen sind produktspezifische Normen z. B. für Werkzeugmaschinen, Holzbearbeitungsmaschinen, Aufzüge, Verpackungsmaschinen, Druckmaschinen u. ä. Produktnormen enthalten maschinenspezifische Anforderungen. Die Anforderungen können unter Umständen von den Grund- und Gruppennormen abweichen. Für den Maschinenbauer hat die Typ C-Norm/Produktnorm die höchste Priorität. Er darf davon ausgehen, dass er damit die grundlegenden Anforderungen des Anhangs I der Maschinenrichtlinien einhält (automatische Vermutungswirkung). Liegt für eine Maschine keine Produktnorm vor, so können Typ B-Normen als Hilfen für den Bau einer Maschine herangezogen werden.

Eine vollständige Liste aller gelisteten Normen sowie der mandatierten Normungsvorhaben findet sich im Internet unter:

http://www.newapproach.org/

Empfehlung: Wegen der rasch fortschreitenden technischen Entwicklung und den damit verbundenen Änderungen von Maschinenkonzepten sollte bei Anwendung besonders von C-Normen deren Aktualität geprüft werden. Es ist zu beachten, dass die Anwendung der Norm nicht zwingend ist, sondern dass alle Sicherheitsziele der zutreffenden EG-Richtlinien erreicht werden müssen.

A.3.2.3 Normen zur Realisierung sicherheitsrelevanter Steuerungen

Wenn die funktionale Sicherheit der Maschine von Steuerungsfunktionen abhängt, muss die Steuerung so realisiert werden, dass die Wahrscheinlichkeit von gefährlichen Ausfällen der Sicherheitsfunktionen ausreichend gering ist. Die Normen EN ISO 13849-1 (Nachfolger von EN 954-1) und IEC61508 definieren Leitsätze für die Realisierung sicherheitsrelevanter Maschinensteuerungen, deren Anwendung die Erfüllung aller Sicherheitsziele der EG-Maschinenrichtlinie gewährleistet. Durch Anwendung dieser Normen können die entsprechenden Sicherheitsziele der Maschinenrichtlinie erfüllt werden.

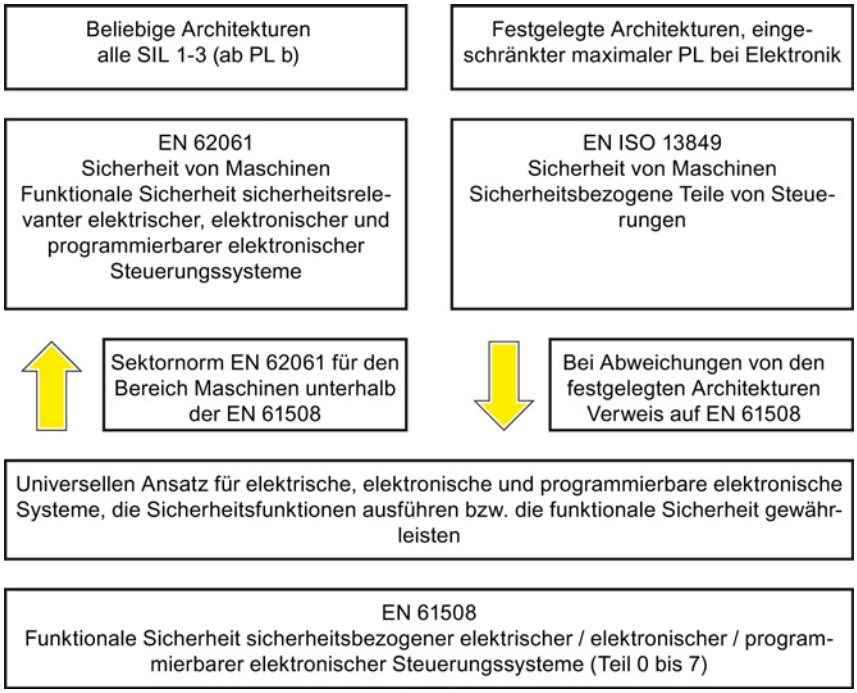


Bild A-16 Normen zur Realisierung sicherheitsrelevanter Steuerungen

Die Anwendungsbereiche der EN ISO 13849-1, EN 62061 und EN 61508 ähneln sich weitgehend. Zur Entscheidungshilfe für den Anwender haben deshalb die IEC- und ISO-Gremien die Anwendungsbereiche beider Normen in einer gemeinsamen Tabelle in der Einleitung der Normen präzisiert. Je nach Technologie (Mechanik, Hydraulik, Pneumatik, Elektrik, Elektronik, programmierbare Elektronik), Risikoeinstufung und Architektur wird EN ISO 13849-1 oder EN 62061 Anwendung finden.

	Technologie zur Ausführung von sicherheitsrelevanten Steuerungsfunktionen	EN ISO 13849-1	EN 62061
A	nicht-elektrisch (z. B. Hydraulik, Pneumatik)	X	Nicht abgedeckt
B	Elektromechanik (z .B. Relais und/oder einfache Elektronik)	Beschränkt auf vorgesehene Architekturen (siehe Anm. 1) und maximal bis PL = e	Alle Architekturen und maximal bis SIL 3
C	Komplexe Elektronik (z. B. Programmierbare Elektronik)	Beschränkt auf vorgesehene Architekturen (siehe Anm. 1) und maximal bis PL = d	Alle Architekturen und maximal bis SIL 3
D	A-Normen kombiniert mit B-Normen	Beschränkt auf vorgesehene Architekturen (siehe Anm. 1) und maximal bis PL = e	X Siehe Anmerkung 3
E	C-Normen kombiniert mit B-Normen	Beschränkt auf vorgesehene Architekturen (siehe Anm. 1) und maximal bis PL = d	Alle Architekturen und maximal bis SIL 3
F	C-Normen kombiniert mit A-Normen oder C-Normen kombiniert mit A-Normen und B-Normen	X Siehe Anmerkung 2	X Siehe Anmerkung 3

"X" zeigt, dass der Punkt von dieser Norm abgedeckt wird.

Anmerkung 1:
Vorgesehene Architekturen sind im Anhang B der EN ISO 13849-1 beschrieben und geben einen vereinfachten Ansatz für die Quantifizierung.

Anmerkung 2:
Für komplexe Elektronik: Verwendung vorgesehener Architekturen in Übereinstimmung mit der EN ISO 13849-1 bis PL = d oder jede Architektur in Übereinstimmung mit EN 62061.

Anmerkung 3:
Für nicht elektrische Technologien: Verwenden Sie Teile, die der EN ISO 13849-1 entsprechen, als Teilsysteme.

A.3.2.4 DIN EN ISO 13849-1 (Nachfolger von EN 954-1)

Die qualitative Betrachtung nach DIN EN ISO 13849-1 ist für moderne Steuerungen aufgrund deren Technologie nicht ausreichend. Die DIN EN ISO 13849-1 berücksichtigt u. a. kein Zeitverhalten (z. B. Testintervall bzw. zyklischer Test, Lebensdauer). Dies führte zu dem probabilistischen Ansatz in DIN EN ISO 13849-1 (Ausfallwahrscheinlichkeit pro Zeiteinheit).

Die DIN EN ISO 13849-1 setzt auf den bekannten Kategorien der EN 954-1 auf. Sie betrachtet nun ebenfalls komplette Sicherheitsfunktionen mit allen an ihrer Ausführung beteiligten Geräte. Mit der DIN EN ISO 13849-1 erfolgt über den qualitativen Ansatz der EN 954-1 hinaus auch eine quantitative Betrachtung der Sicherheitsfunktionen. Aufbauend auf den Kategorien werden hierfür Performance Level (PL) verwendet. Für Bauteile/Geräte sind folgende sicherheitstechnische Kenngrößen notwendig:

- Kategorie (strukturelle Anforderung)
- PL: Performance Level
- $MTTF_d$: Mittlere Zeit bis zu einem gefährlichen Ausfall
  meantime to dangerous failure
- DC: Diagnose-Abdeckungsgrad
  diagnostic coverage
- CCF: Fehler gemeinsamer Ursache
  common cause failure

Die Norm beschreibt die Berechnung des Performance Level (PL) für sicherheitsrelevante Teile von Steuerungen auf Basis vorgesehener Architekturen (designated architectures). Bei Abweichungen hiervon verweist die DIN EN ISO 13849-1 auf die IEC 61508.

Bei Kombination mehrerer sicherheitsrelevanter Teile zu einem Gesamtsystem macht die Norm Angaben zur Ermittlung des resultierenden PL.

Hinweis

DIN EN ISO 13849-1 und Maschinenrichtlinie

DIN EN ISO 13849-1 ist seit Mai 2007 unter der Maschinenrichtlinie harmonisiert.

A.3.2.5 EN 62061

Die EN 62061 (identisch zu IEC 62061) ist eine sektorspezifische Norm unterhalb der IEC/EN 61508. Sie beschreibt die Realisierung sicherheitsrelevanter elektrischer Steuerungssysteme von Maschinen und betrachtet den gesamten Lebenszyklus von der Konzeptphase bis zur Außerbetriebnahme. Basis bilden die quantitativen und qualitativen Betrachtungen von Sicherheitsfunktionen.

Dabei wendet die Norm konsequent ein Top-Down-Verfahren in der Realisierung komplexer Steuerungssysteme, Functional Decomposition genannt, an. Hierbei wird, ausgehend von den aus der Risikoanalyse hervorgehenden Sicherheitsfunktionen, eine Aufteilung in Teilsicherheitsfunktionen und schließlich eine Zuordnung dieser Teilsicherheitsfunktionen auf reale Geräte, Teilsysteme und Teilsystemelemente genannt, vorgenommen. Es wird sowohl Hardware als auch Software behandelt. Die EN 62061 beschreibt auch Anforderungen an die Realisierung von Applikations-Programmen.

Ein sicherheitsgerichtetes Steuerungssystem besteht aus verschiedenen Teilsystemen. Die Teilsysteme sind durch die Kenngrößen SIL-Eignung und PFH_D sicherheitstechnisch beschrieben.

Programmierbare elektronische Geräte, z. B. SPS oder drehzahlveränderbare Antriebe müssen IEC 61508 erfüllen. Sie können dann als Teilsysteme in die Steuerung integriert werden. Dazu sind die folgenden sicherheitstechnischen Kenngrößen vom Hersteller dieser Geräte anzugeben.

Sicherheitstechnische Kenngrößen für Teilsysteme:

- SIL CL: SIL-Eignung
  SIL claim limit
- PFH_D: Wahrscheinlichkeit gefährlicher Ausfälle pro Stunde
  probability of dangerous failures per hour
- T1: Lebensdauer
  lifetime

Einfache Teilsysteme, z. B. Sensoren und Aktoren aus elektromechanischen Bauteilen, können aus unterschiedlich verschalteten Teilsystemelementen (Geräten) mit den Kenngrößen zur Ermittlung des entsprechenden PFH_D-Wertes des Teilsystems zusammengesetzt werden.

Sicherheitstechnische Kenngrößen für Teilsystemelemente (Geräte):

- λ: Ausfallrate
  failure rate
- B10-Wert: für verschleißbehaftete Elemente
- T1: Lebensdauer
  lifetime

Bei elektromechanischen Geräten wird vom Hersteller die Ausfallrate λ bezogen auf eine Anzahl Schaltspiele angegeben. Die zeitbezogene Ausfallrate und die Lebensdauer müssen anhand der Schalthäufigkeit für die jeweilige Anwendung bestimmt werden.

Beim Entwurf bzw. bei der Konstruktion festzulegende Parameter für das Teilsystem, das aus Teilsystemelementen zusammengesetzt wird:

- T2: Diagnose-Testintervall
  diagnostic test interval
- β: Empfindlichkeit für Fehler gemeinsamer Ursache
  susceptibility to common cause failure
- DC: Diagnosedeckungsgrad
  diagnostic coverage

Der PFH_D-Wert der sicherheitsgerichteten Steuerung ermittelt sich aus der Addition der einzelnen PFH_D-Werte der Teilsysteme.

Beim Aufbau einer sicherheitsgerichteten Steuerung hat der Anwender folgende Möglichkeiten:

- Verwendung von Geräten und Teilsystemen, die die EN ISO 13849-1 oder die IEC/EN 61508 bzw. IEC/EN 62061 bereits erfüllen. Dabei werden in der Norm Angaben gemacht, wie qualifizierte Geräte bei der Realisierung von Sicherheitsfunktionen integriert werden können.
- Entwicklung eigener Teilsysteme:
  - Programmierbare, elektronische Systeme bzw. komplexe Systeme: Anwendung der IEC 61508 oder IEC 61800-5-2.
  - Einfache Geräte und Teilsysteme: Anwendung der EN 62061.

Angaben zu nicht-elektrischen Systemen sind in der EN 62061 nicht enthalten. Die Norm stellt ein umfassendes System für die Realisierung sicherheitsrelevanter elektrischer, elektronischer und programmierbarer elektronischer Steuerungssysteme dar. Für nicht-elektrische Systeme ist die DIN EN ISO 13849-1 anzuwenden.

Hinweis

Funktionsbeispiele

Realisierung einfacher Teilsysteme und deren Integration sind inzwischen als "Funktionsbeispiele" veröffentlicht worden.

Hinweis

EN 62061 und Maschinenrichtlinie

Die IEC 62061 ist als EN 62061 in Europa ratifiziert und unter der Maschinenrichtlinie harmonisiert.

A.3.2.6 Normenreihe IEC 61508 (VDE 0803)

Die Normenreihe beschreibt den Stand der Technik.

Die IEC 61508 ist nicht unter einer EG-Richtlinie harmonisiert. Eine automatische Vermutungswirkung zur Erfüllung der Schutzziele einer Richtlinie geht somit von ihr nicht aus. Dennoch kann der Hersteller eines Produktes der Sicherheitstechnik die IEC 61508 auch zur Erfüllung grundlegender Anforderungen aus Europäischen Richtlinien nach der neuen Konzeption verwenden, z. B. in den folgenden Fällen:

- Es existiert keine harmonisierte Norm für den betreffenden Anwendungsbereich. In diesem Fall darf der Hersteller die IEC 61508 verwenden. Sie hat aber keine Vermutungswirkung.
- Aus einer harmonisierten Europäischen Norm (z. B. EN 62061, EN ISO 13849, EN 60204-1) wird auf die IEC 61508 verwiesen. Hierdurch wird sichergestellt, dass die betreffende Anforderung der Richtlinien eingehalten wird ("mitgeltende Norm"). Wendet der Hersteller dieIEC 61508 im Sinne dieser Verweisung sachkundig und verantwortungsbewusst an, so nutzt er die Vermutungswirkung der verweisenden Norm.

Die Normenreihe IEC 61508 behandelt in einem universellen Ansatz alle Aspekte, die betrachtet werden müssen, wenn E/E/PES-Systeme (**e**lektrische, **e**lektronische und **p**rogrammierbare **e**lektronische **S**ysteme) verwendet werden, um Sicherheitsfunktionen auszuführen bzw. um dabei die funktionale Sicherheit zu gewährleisten. Andere Gefährdungen, wie z. B. Gefährdungen durch elektrischen Schlag, sind - ähnlich wie in DIN EN ISO 13849 - nicht Gegenstand der Norm.

Neu an der IEC 61508 ist ihre internationale Positionierung als "International Basic Safety Publication", welche sie zum Rahmen für andere sektorspezifische Normen macht (z. B. EN 62061). Mit der internationalen Positionierung ist auch eine weltweit hohe Akzeptanz der Norm gegeben, gerade in Nordamerika und in der Automobilindustrie. Sie wird bereits heute von vielen Behörden gefordert, z. B. als Grundlage zur NRTL-Listung.

Neu an der IEC 61508 ist darüber hinaus auch ihr Systemansatz, der die technischen Anforderungen auf die komplette Sicherheitsinstallation vom Sensor bis zum Aktor erweitert, die Quantifizierung der Wahrscheinlichkeit gefährlichen Versagens wegen zufälliger Hardware-Ausfälle und die Erstellung einer Dokumentation zu jeder Phase des gesamten Sicherheitslebenszyklus des E/E/PES.

A.3.2.7 Risikoanalyse/-beurteilung

Maschinen und Anlagen beinhalten, aufgrund ihres Aufbaus und ihrer Funktionalität, Risiken. Deshalb verlangt die Maschinenrichtlinie für jede Maschine eine Risikobeurteilung und gegebenenfalls eine Risikominderung, bis das Restrisiko kleiner als das tolerierbare Risiko ist. Für die Verfahren der Bewertung dieser Risiken sind die Normen anzuwenden:

- EN ISO 12100 "Sicherheit von Maschinen - Grundbegriffe, allgemeine Gestaltungsleitsätze"
- EN ISO 13849-1 (Nachfolger von EN 954-1) "Sichere Steuerung von Maschinen"

Schwerpunktmäßig beschreibt EN ISO 12100-1 die zu betrachtenden Risiken und Gestaltungsleitsätze zur Risikominderung.

Die Risikobeurteilung ist eine Folge von Schritten, welche die systematische Untersuchung von Gefährdungen erlauben, die von Maschinen ausgehen. Wo notwendig, folgt einer Risikobeurteilung eine Risikoreduzierung. Bei Wiederholung dieses Vorgangs ergibt sich der iterative Prozess, mit dessen Hilfe Gefährdungen so weit wie möglich beseitigt und entsprechende Schutzmaßnahmen getroffen werden können.

Die Risikobeurteilung umfasst die

- Risikoanalyse
  - Bestimmung der Grenzen der Maschine (EN ISO 12100)
  - Identifizierung der Gefährdungen (EN ISO 12100)
  - Verfahren zur Risikoeinschätzung (EN 1050 Abs. 7)
- Risikobewertung

Gemäß des iterativen Prozesses zum Erreichen der Sicherheit erfolgt nach der Risikoeinschätzung eine Risikobewertung. Dabei muss entschieden werden, ob eine Risikominderung notwendig ist. Falls das Risiko weiter vermindert werden soll, sind geeignete Schutzmaßnahmen auszuwählen und anzuwenden. Die Risikobeurteilung ist dann zu wiederholen.

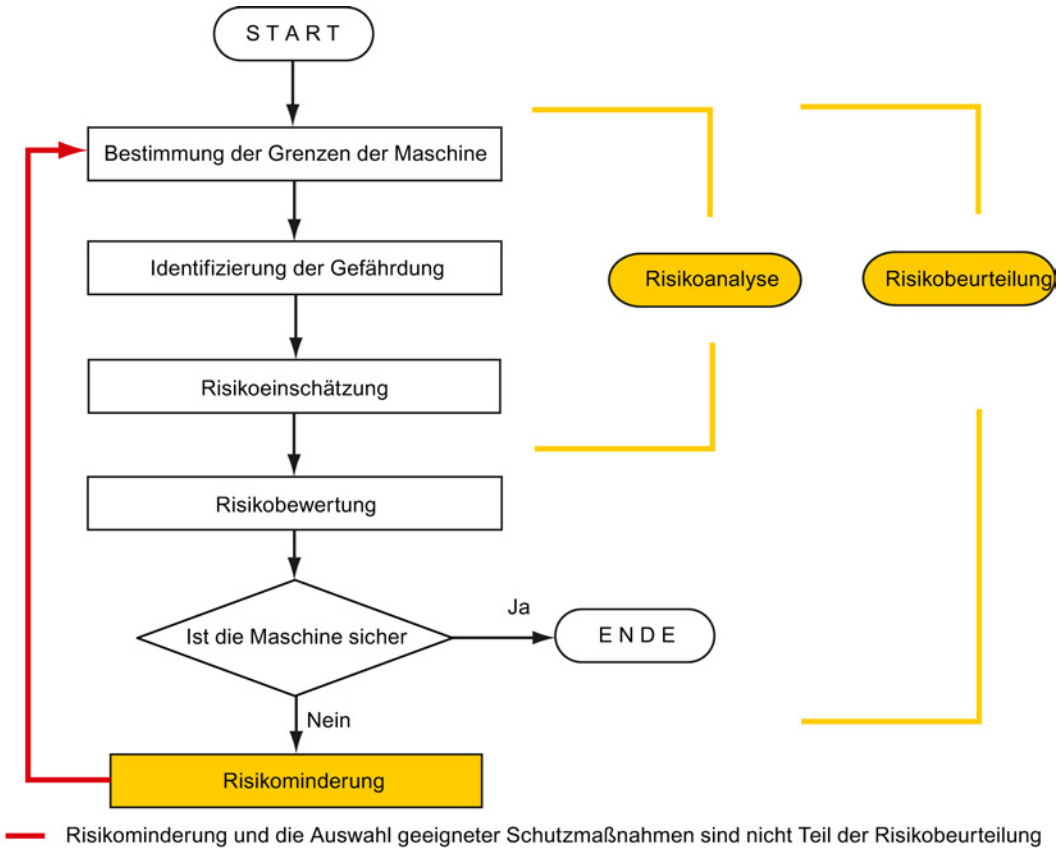


Bild A-17 Iterativer Prozess zum Erreichen der Sicherheit

Die Risikominderung muss durch geeignete Konzipierung und Realisierung der Maschine erfolgen, z. B. durch für Sicherheitsfunktionen geeignete Steuerung oder Schutzmaßnahmen.

Umfassen die Schutzmaßnahmen Verriegelungs- oder Steuerfunktionen, sind diese gemäß EN ISO 13849-1 zu gestalten. Für elektrische und elektronische Steuerungen kann EN 62061 alternativ zu EN ISO 13849-1 verwendet werden. Dabei müssen elektronische Steuerungen und Bussysteme außerdem IEC 61508 erfüllen.

A.3.2.8 Risikominderung

Die Risikominderung einer Maschine kann, außer durch strukturelle Maßnahmen, auch durch sicherheitsrelevante Steuerungsfunktionen erfolgen. Für die Realisierung dieser Steuerungsfunktionen sind, abgestuft nach der Höhe des Risikos, besondere Anforderungen zu beachten, die in EN ISO 13849-1 und, für elektrische Steuerungen insbesondere mit programmierbarer Elektronik, in EN 61508 oder EN 62061 beschrieben sind. Die Anforderungen an sicherheitsrelevante Teile von Steuerungen sind nach der Höhe des Risikos bzw. der notwendigen Risikominderung abgestuft.

EN ISO 13849-1 definiert einen Risikographen, der anstelle der Kategorien zu hierarchisch abgestuften Performance Leveln (PL) führt.

IEC/EN 62061 verwendet "Safety Integrity Level" (SIL) zur Abstufung. Das ist ein quantifiziertes Maß für die sicherheitsbezogene Leistungsfähigkeit einer Steuerung. Die Ermittlung des notwendigen SIL erfolgt ebenfalls nach dem Prinzip der Risikobewertung gemäß ISO 12100 (EN 1050). Im Anhang A der Norm ist ein Verfahren zur Bestimmung des notwendigen Safety Integrity Level (SIL) beschrieben.

Wichtig ist in jedem Fall, unabhängig davon welche Norm angewendet wird, dass alle Teile der Steuerung der Maschine, die an der Ausführung der sicherheitsrelevanten Funktionen beteiligt sind, diesen Anforderungen genügen.

A.3.2.9 Restrisiko

Sicherheit ist ein relativer Begriff unserer technisierten Welt. Sicherheit so zu realisieren, dass unter keinen Umständen etwas passieren kann, sozusagen die "Null-Risiko-Garantie", ist praktisch nicht zu erreichen. Das Restrisiko ist definiert als Risiko, das nach Ausführung der Schutzmaßnahmen entsprechend dem Stand von Wissenschaft und Technik verbleibt.

Auf die Restrisiken ist in der Maschinen-/Anlagendokumentation hinzuweisen (Benutzerinformation nach EN ISO 12100).

A.3.3 Maschinensicherheit in USA

Ein wesentlicher Unterschied bei den gesetzlichen Anforderungen zur Sicherheit am Arbeitsplatz zwischen den USA und Europa ist, dass es in den USA keine einheitliche Bundesgesetzgebung zur Maschinensicherheit gibt, welche die Verantwortlichkeit des Herstellers/Inverkehrbringers regelt. Vielmehr besteht die generelle Anforderung, dass der Arbeitgeber einen sicheren Arbeitsplatz bieten muss.

A.3.3.1 Mindestanforderungen der OSHA

Die Anforderung, dass der Arbeitgeber einen sicheren Arbeitsplatz bieten muss, ist mit dem Occupational Safety and Health Act (OSHA) von 1970 geregelt. Die Kernanforderung des OSHA steht in Abschnitt 5 "Duties".

Die Anforderungen aus dem OSH Act werden durch die "Occupational Safety and Health Administration" (ebenfalls als OSHA bezeichnet) verwaltet. OSHA setzt regionale Inspektoren ein, die prüfen, ob die Arbeitsplätze die gültigen Regeln erfüllen.

Die für Arbeitssicherheit relevanten Regeln der OSHA sind in OSHA 29 CFR 1910.xxx ("OSHA Regulations (29 CFR) PART 1910 Occupational Safety and Health") beschrieben. (CFR: Code of Federal Regulations.)

http://www.osha.gov

Die Anwendung der Standards ist in 29 CFR 1910.5 "Applicability of standards" geregelt. Das Konzept ist ähnlich wie in Europa. Produktspezifische Standards haben Vorrang vor allgemeinen Standards, sofern die betreffenden Aspekte dort behandelt sind. Bei Erfüllung der Standards kann der Arbeitgeber annehmen, dass er die Kernforderung des OSH Act bezüglich der durch die Standards behandelten Aspekte erfüllt hat.

OSHA verlangt im Zusammenhang mit bestimmten Anwendungen, dass alle elektrischen Geräte, die zum Schutz der Arbeitnehmer eingesetzt werden, von einem von OSHA genehmigten "Nationally Recognized Testing Laboratory" (NRTL) für die vorgesehene Anwendung genehmigt werden.

Neben den OSHA-Regeln ist es wichtig, die aktuellen Standards von Organisationen wie NFPA und ANSI, sowie die in USA bestehende umfassende Produkthaftung zu beachten. Durch die Produkthaftung werden Hersteller und Betreiber im eigenen Interesse zur sorgfältigen Einhaltung von Vorschriften und zur Erfüllung des Standes der Technik gezwungen.

Haftpflichtversicherungen verlangen im Allgemeinen, dass ihre Versicherungsnehmer die anwendbaren Standards der Standardisierungsorganisationen erfüllen. Selbstversicherte Unternehmen haben diese Anforderung zunächst nicht, müssen aber im Falle eines Unfalles nachweisen, dass sie die allgemein anerkannten Sicherheitsprinzipien angewendet haben.

A.3.3.2 NRTL-Listung

Alle elektrischen Geräte, die in den USA eingesetzt werden, sind zum Schutz der Arbeitnehmer von einem von OSHA genehmigten "Nationally Recognized Testing Laboratory" (NRTL) für die vorgesehene Anwendung zuzulassen. Die national anerkannten Prüflaboratorien sind bevollmächtigt, Ausrüstungen und Material durch Listung, Kennzeichnung oder anderweitig zu akzeptieren. Prüfgrundlagen sind nationale Normen, wie die NFPA 79 und auch internationale Normen wie z. B. die IEC/EN 61508 für E/E/PES-Systeme.

A.3.3.3 NFPA 79

Der Standard NFPA 79 (Electrical Standard for industrial Machinery) gilt für die elektrische Ausrüstung von Industriemaschinen mit Nennspannungen kleiner 600 V. Eine Gruppe von Maschinen, die koordiniert zusammenarbeiten, wird auch als eine Maschine betrachtet.

Die NFPA 79 enthält als grundlegende Anforderung für programmierbare Elektronik und Kommunikations-Busse, dass diese Geräte gelistet sein müssen, wenn diese zur Ausführung sicherheitsrelevanter Funktionen eingesetzt werden. Bei Erfüllung dieser Anforderung dürfen elektronische Steuerungen und Kommunikations-Busse auch für Not-Halt-Funktionen der Stop-Kategorien 0 und 1 verwendet werden (siehe NFPA 79 9.2.5.4.1.4). So wie die EN 60204-1 verlangt auch die NFPA 79 bei Not-Halt-Funktionen nicht mehr, die elektrische Energie durch elektromechanische Mittel abzutrennen.

Die Kernanforderungen an programmierbare Elektronik und Kommunikations-Busse sind: Systemanforderungen (siehe NFPA 79 9.4.3)

1. Steuerungssysteme, die Software basierte Controller enthalten, müssen
   - falls ein einzelner Fehler auftritt,
     (a) zum Abschalten des Systems in einen sicheren Zustand führen
     (b) Wiederanlauf verhindern bis der Fehler beseitigt ist
     (c) unerwarteten Anlauf verhindern
   - vergleichbaren Schutz wie festverdrahtete Steuerungen bieten
   - entsprechend einem anerkannten Standard, der Anforderungen für solche Systeme definiert, ausgeführt sein.
2. Als geeigneter Standard werden IEC 61508, IEC 62061, ISO 13849-1, ISO 13849-2, IEC 61800-5-2 in einer Note genannt.

Underwriter Laboratories Inc. (UL) hat zur Umsetzung dieser Anforderung eine spezielle Kategorie für "Programmable Safety Controllers" (Bezeichnungscode NRGF) definiert. Diese Kategorie behandelt Steuerungsgeräte, die Software beinhalten und zur Anwendung in Sicherheitsfunktionen vorgesehen sind.

Die genaue Beschreibung der Kategorie sowie die Liste der Geräte, die diese Anforderung erfüllen, sind im Internet zu finden:

http://www.ul.com → Online Certifications Directory → UL Category code/Guide information → search for category "NRGF"

TUV Rheinland of North America, Inc. ist ebenfalls ein NRTL für diese Anwendungen.

A.3.3.4 ANSI B11

Die ANSI B11-Normen sind gemeinsame Standards/Normen, die von Gremien wie z. B. der Association for Manufacturing Technology (AMT - Vereinigung für Fertigungstechnologien) und der Robotic Industries Association (RIA - Roboterindustrieverband) entwickelt wurden.

Mit der Risikoanalyse/-beurteilung werden die Gefahren einer Maschine bewertet. Die Risikoanalyse ist eine wichtige Anforderung gemäß NFPA 79, ANSI/RIA 15.06, ANSI B11.TR-3 und SEMI S10 (Halbleiter). Mit Hilfe der dokumentierten Ergebnisse einer Risikoanalyse kann die geeignete Sicherheitstechnik ausgewählt werden, basierend auf der gegebenen Sicherheitsklasse der jeweiligen Anwendung.

A.3.4 Maschinensicherheit in Japan

Die Situation in Japan ist anders als in Europa und den USA. Vergleichbare gesetzliche Anforderungen zur funktionalen Sicherheit wie in Europa existieren nicht. Ebenso spielt die Produkthaftung keine solche Rolle wie in den USA.

Es gibt keine gesetzliche Anforderung zur Anwendung von Normen, aber eine Verwaltungsempfehlung zur Anwendung von JIS (Japanese Industrial Standard): Japan lehnt sich an das europäische Konzept an und hat grundlegende Normen als nationale Standards übernommen (siehe Tabelle).

Tabelle A- 14 Japanische Standards

ISO/IEC-Nummer	JIS-Nummer	Bemerkung
ISO12100	JIS B 9700	frühere Bezeichnung TR B 0008 und TR B 0009
ISO14121- 1/EN1050	JIS B 9702	
ISO13849-1	JIS B 9705-1	
ISO13849-2	JIS B 9705-1	
IEC 60204-1	JIS B 9960-1	ohne Annex F bzw. Route Map des europäischen Vorwortes
IEC 61508-0 bis -7	JIS C 0508	
IEC 62061		noch keine JIS Nummer vergeben

A.3.5 Betriebsmittelvorschriften

Neben den Anforderungen aus Richtlinien und Normen sind auch firmenspezifische Anforderungen zu berücksichtigen. Vor allem größere Konzerne, wie z. B. Automobilbauer, haben hohe Anforderungen an die Automatisierungskomponenten, die dann oftmals in eigenen Betriebsmittelvorschriften gelistet werden.

Sicherheitsrelevante Themen (z. B. Betriebsarten, Bedienhandlungen mit Zugang zum Gefahrenbereich, Not-Halt-Konzepte) sollten frühzeitig mit den Kunden geklärt werden, um sie bereits in der Risikobeurteilung/-minderung integrieren zu können.

A.3.6 Weitere sicherheitsrelevante Themen

A.3.6.1 Weitere Literatur

- Safety Integrated, Das Sicherheitsprogramm für die Industrien der Welt (5. Auflage und Nachtrag), Bestell-Nr. 6ZB5 000-0AA01-0BA1
- Safety Integrated - Terms und Standards - Terminologie in der Maschinensicherheit (Ausgabe 04.2007), Bestell-Nr. E86060-T1813-A101-A1

A.3.6.2 Informationsblätter der Berufsgenossenschaft

Nicht immer lassen sich aus den Richtlinien-, Normen- oder Vorschriftentexten umzusetzende sicherheitstechnische Maßnahmen ableiten. Hierzu bedarf es ergänzender Hinweise und Erläuterungen.

Im Rahmen ihrer Aufgabenstellung werden dazu von den berufsgenossenschaftlichen Fachausschüssen Publikationen zu verschiedensten Themen herausgegeben.

Hinweis

Diese Publikationen sind auf Deutsch erschienen. Sie sind teilweise auch in Englisch und Französisch verfügbar.

Zu folgenden Themen sind beispielsweise Informationsblätter verfügbar:

- Prozessbeobachtung in der Fertigung
- Schwerkraftbelastete Achsen
- Rollwalzmaschinen
- Drehmaschinen und Drehzentren - Kaufen/Verkaufen

Die Fachausschuss-Informationsblätter können von allen interessierten Kreisen herangezogen werden, z. B. zur Beratung in den Betrieben, bei der Erarbeitung des Regelwerks oder bei der Realisierung von sicherheitstechnischen Maßnahmen an Maschinen und Anlagen. Die Fachausschuss-Informationsblätter werden im jeweiligen Sachgebiet des Fachausschusses Maschinenbau, Fertigungssysteme, Stahlbau beraten.

Unter der folgenden Internetadresse können Sie Informationsblätter herunterladen:

BG (www.bghm.de)

Wählen Sie zuerst den Bereich "Arbeitsschützer", dann den Menüpunkt "Praxishilfen" und schließlich "DGUV-Informationen".

A.4 Handbücher und technischer Support

A.4.1 Handbücher für Ihren Umrichter

Tabelle A- 15 Handbücher für Ihren Umrichter

Informa-tionstiefe	Handbuch	Inhalt	Verfügbare Sprachen	Download oder Bestellnummer
++	**Getting Started Guide** für die folgenden Umrichter: • SINAMICS G120 mit Control Units CU230P-2; CU240B-2; CU240E-2 • SINAMICS G120 mit Cntrol Units CU250S-2 • SINAMICS G120C • SINAMICS G120D • SINAMICS G110M	Umrichter installieren und Motor drehen.	englisch, deutsch, italienisch, französisch, spanisch, chinesisch	Download Handbücher (http://support.automation.siemens.com/WW/view/de/22339653/133300) **SINAMICS Manual Collection** Dokumentation auf DVD, Bestellnummer 6SL3097-4CA00-0YG0
+++	**Betriebsanleitung** für die folgenden Umrichter: • SINAMICS G120 mit den Control Units CU240B-2; CU240E-2 • SINAMICS G120 mit den Control Units CU250S-2 • SINAMICS G120C • SINAMICS G120D mit den Control Units CU240D-2 • SINAMICS G120D mit den Control Units CU250D-2 • SINAMICS G110M • SIMATIC ET 200pro FC-2	Umrichter installieren, in Betrieb nehmen und instand halten.		
+++	**Funktionshandbuch Safety Integrated**	(dieses Handbuch)	englisch, deutsch, chinesisch	
+++	**Funktionshandbuch Feldbusse** für die Umrichter SINAMICS G120, G120C und G120D	Feldbusse konfigurieren.		

Informa-tionstiefe	Handbuch	Inhalt	Verfügbare Sprachen	Download oder Bestellnummer
+++	**Listenhandbuch** für die folgenden Umrichter: • SINAMICS G120 mit den Control Units CU240B-2; CU240E-2 • SINAMICS G120 mit den Control Units CU250S-2 • SINAMICS G120C • SINAMICS G120D mit den Control Units CU240D-2, CU250D-2 • SINAMICS G110M • SIMATIC ET 200pro FC-2	Komplette Liste aller Parameter, Warnungen und Störungen. Grafische Funktionspläne.		
+	**Getting Started Guide** für die folgenden SINAMICS G120 Power Module: • PM240, PM250 und PM260 • PM240-2	Power Module installieren	englisch	
+	**Installationsanleitung** für Drosseln, Filter und Bremswiderstände	Komponenten installieren		
+++	**Montagehandbuch** für die folgenden SINAMICS G120 Power Module: • PM240 • PM240-2 • PM250 • PM260	Power Module, Drosseln und Filter installieren. Power Module warten.	englisch, deutsch	
+++	**Betriebsanleitung** für die folgenden Operator Panels: • BOP-2 • IOP	Operator Panels bedienen, Türmontagesatz für IOP montieren.		
+++	**Betriebsanleitung** Dezentrales Peripheriesystem ET 200pro	Dezentrales Peripheriesystem ET 200pro und F-Switch installieren, inbetriebnehmen und diagnostizieren.	englisch, deutsch, italienisch, französisch, spanisch, chinesisch, russisch	Download SIMATIC (http://support.automation.siemens.com/WW/view/de/19737445/133300)
+++	**Handbuch** SIMATIC ET 200pro Motorstarter	ET 200pro Motorstarter und das Modul F-RSM installieren, inbetriebnehmen und diagnostizieren.	englisch, französisch, deutsch	

A.4.2 Projektierungsunterstützung

Tabelle A- 16 Unterstützung zur Projektierung und Auswahl des Umrichters

Handbuch oder Tool	Inhalt	Verfügbare Sprachen	Download oder Bestellnummer
Katalog D 31	Bestelldaten und technische Informationen für die Standardumrichter SINAMICS G	englisch, deutsch, italienisch, französisch, spanisch	Alles zum SINAMICS G120 (www.siemens.de/sinamics-g120)
Online-Katalog (Industry Mall)	Bestelldaten und technische Informationen für alle SIEMENS-Produkte	englisch, deutsch	
SIZER	Das übergreifende Projektierungstool für die Antriebe der Gerätefamilien SINAMICS, MICROMASTER und DYNAVERT T, Motorstarter sowie die Steuerungen SINUMERIK, SIMOTION und SIMATIC-Technology	englisch, deutsch, italienisch, französisch	Den SIZER erhalten Sie auf einer DVD (Bestellnummer: 6SL3070-0AA00-0AG0) und im Internet: Download SIZER (http://support.automation.siemens.com/WW/view/de/10804987/130000)

Das TÜV-geprüfte "Safety Evaluation Tool" für die Normen IEC 62061 und ISO 13849-1 hilft Ihnen bei der Bewertung von Sicherheitsfunktionen Ihrer Maschine. Als Ergebnis dieses Online-Tools erhalten Sie einen normenkonformen Report, der als Sicherheitsnachweis in die Dokumentation integriert werden kann:

Safety-Evaluation-Tool (www.siemens.de/safety-evaluation-tool).

A.4.3 Produkt Support

Weitere Informationen zum Produkt und darüber hinaus finden Sie im Internet unter: Product support (http://www.siemens.com/automation/service&support).

Zusätzlich zu unserem Dokumentations-Angebot bieten wir Ihnen unter dieser Adresse unser komplettes Wissen online an. Im Einzelnen finden Sie:

- Aktuelle Produkt-Informationen (Aktuell), FAQ (häufig gestellte Fragen), Downloads.
- Der Newsletter versorgt Sie ständig mit den aktuellsten Informationen zu Ihren Produkten.
- Der Knowledge Manager (Intelligente Suche) findet die richtigen Dokumente für Sie.
- Im Forum tauschen Anwender und Spezialisten weltweit Ihre Erfahrungen aus.
- Finden Sie Ihren Ansprechpartner für Automation & Drives vor Ort über unsere Ansprechpartner-Datenbank, unter dem Begriff "Kontakt & Partner".
- Informationen über Vor-Ort Service, Reparaturen, Ersatzteile und vieles mehr steht für Sie unter dem Begriff "Services" bereit.

A.5 Fehler und Verbesserungen

Wenn Sie beim Lesen dieses Handbuchs auf Fehler stoßen oder wenn Sie Vorschläge für Verbesserungen haben, schicken Sie Ihre Anregungen an folgende Adresse oder senden sie per Email:

Siemens AG
Drive Technologies
Motion Control Systems
Postfach 3180
D-91050 Erlangen

Email (mailto:docu.motioncontrol@siemens.com)

Index

3

3RK3 (Modulares Sicherheitssystem), 64
3TK28 (Sicherheitsschaltgerät), 61

A

Abnahme, 75, 150
  reduzierte, 152, 258
  vollständige, 150
Abnahmemodus, 135, 143, 282, 291
Abnahmeprotokoll, 150
Abnahmetest, 150, 301
  SBC, 279
  SDI, 291
  SLS, 282
  SS1 (Basisfunktionen), 273
  SS1 (Erweiterte Funktionen), 276
  SSM, 286
  Status F-DI, 298
  STO (Basisfunktionen), 269
  STO (Erweiterte Funktionen), 271
Abschaltpfade, 95
Abschaltpfade (Zwangsdynamisierung), 102
Anlagenbeschreibung, 300
Anlagenhersteller, 15
Asynchronmotor, 22
AUS3, 217

B

Basisfunktionen, 19, 50, 51
Baumusterprüfbescheinigung, 264
Betriebsanleitung, 323
Betriebsart, 301
Bitmustertest, 93, 113

C

CDS (Control Data Set), 100, 145, 146
Compound-Bremsung, 24
Control Unit
  CU230P-2, 20, 21
  CU240B-2, 20, 21
  CU240D-2, 20, 21
  CU240E-2, 20, 21
  CU250D-2, 20, 21
  CU250S-2, 20, 21

D

Datensatzumschaltung, 100, 145, 146
Datensicherung, 301
DI (Digital Input), 51, 99, 100, 144, 145, 146
Digitaleingänge
  Mehrfachbelegung, 99
Diskrepanz, 65, 92, 112, 215, 223
  Filter, 92, 112
  SDI, 211
  SLS, 192
  SS1, 174, 176
  STO, 163
  Toleranzzeit, 92, 112
DO (Digitalausgang), 70
Download, 147
Drahtbruch, 92, 112
Drehmaschine, 33
Drehzahlüberwachung, 217
Drehzahlverhältnis, 105
Druckmaschine, 36
Druckzylinder, 36

E

EG-Konformitätserklärung, 265
Einklemmschutz, 36
Elektromechanischer Sensor, 53, 57, 58, 59
EN 61800-5-2, 26
Endkunde, 300
Entprellzeit, 262
Erweiterte Funktionen, 19, 50, 51
ET200S, 68

F

F_Dest_Add, 78
F_WD_Time, 78
F0-Schiene, 41, 55
F1-Schiene, 41, 55
Fangen, 24, 105
F-CPU, 42
F-DI (Fail-safe Digital Input), 51, 75

F-DO (Sicherer Ausgang), 70
Fehler Handbuch, 326
Fehlererkennung, 155
Fehlersicher quittieren, 154
Fehlerverhalten
SDI, 213
SLS, 194
SS1, 178
SSM, 220
STO, 219
Filter
Diskrepanz, 92, 112
Hell-/Dunkeltest, 93, 113
Kontaktprellen, 93, 113
Filter für sicheren Eingang, 110
Firmware-Update, 258
Firmware-Version, 245, 300
Fragen, 325
F-RSM, 55
F-Switch, 41, 56
Funktionserweiterung, 152
Funktionstabelle, 301

G

Geberlos, 22
Geberlose Istwerterfassung, 106
Gebrauchsdauer, 259
Gegenzeichnungen, 301
Getriebe, 105
Getriebefaktor, 105, 132
Getting Started, 323
Gleichstrombremsung, 24
Grenzwertverletzung, 217
Grundmaske (Basisfunktionen), 88
Grundmaske (Erweiterte Funktionen), 101
Gruppenantrieb, 22

H

Handbücher
Download, 323
Funktionshandbuch Safety Integrated, 323
Übersicht, 323
Umrichter-Zubehör, 323
Handlungsanweisung, 17
Hardware-Konfiguration, 90
Hell-/Dunkeltest, 93, 113
Hersteller, 300
Herstellererklärung, 264
Horizontalförderer, 33
Hotline, 325

I

Inbetriebnahme, 75
Offline, 82
Online, 82
Übersicht, 86
Inbetriebnahme-Tool STARTER, 82
Inbetriebnehmer, 15
Industry Mall, 325
Internes Ereignis, 153, 217
I-Slave, 42
Istwerttoleranz, 105

K

Kabelbruch, 163, 174, 176
Kat (Kategorie), 264
Katalog, 325
Konsistente Signale, 92, 112
Konsistenz, 92, 112
Kontaktprellen, 93, 113
Kopieren
Parameter, 147
Serieninbetriebnahme, 149, 152
Korrektur Handbuch, 326

L

Lastumdrehungen, 105
Laufkatze, 36
Listenhandbuch, 323

M

Manual Collection, 323
Maschinenbeschreibung, 300
Maschinen-Dokumentation, 299
Maschinenhersteller, 15, 259
Mehrfachbelegung
Digitaleingänge, 99, 100, 144, 145, 146
Minimalstrom, 106
MLFB (Bestellnummer), 300
Modulares Sicherheitssystem, 64
Montagehandbuch, 323
Motordatenidentifikation, 24
Motorumdrehungen, 105

N

Not-Halt Befehlsgerät, 56
Not-Halt-Taster, 28

O

OB35, 78
Offline-Inbetriebnahme, 82, 147
Online-Inbetriebnahme, 82

P

Parameter kopieren
  Offline-Inbetriebnahme, 147
  Serieninbetriebnahme, 149, 152
Parameter sichern, 147
PC-Tool STARTER, 82
Performance Level, 264
Peripheriebaugruppe, 66, 67, 68, 69
PFHD (Probability of Failure per Hour), 259
PL (Performance Level), 264
PLC-Programm, 301
Polpaarzahl, 105
Positionsschalter, 56
Power-On-Reset, 83, 99, 144, 148, 163, 174, 215, 223, 248, 249, 249, 255, 256
Probability of Failure per Hour, 259
PROFIsafe, 40, 75
  Kommunikation starten, 91, 124
  Konfigurieren, 76
  Steuerwort 1, 45, 46
  Steuerwort 5, 48
  Telegramm 30, 44
  Telegramm 900, 44
  Zustandswort 1, 45, 47, 162, 219
  Zustandswort 5, 48
PROFIsafe Adresse, 122
Projektierungsunterstützung, 325
Protokoll, 299
Prüfstand, 23

Q

Quittieren
  F-DI, 87, 222
  internes Ereignis, 222
  mit fehlersicherem Signal, 222
  PROFIsafe, 45, 46, 222
  Standard, 222
Quittieren fehlersicher, 115

R

Reaktionszeit, 261
Referenzgeschwindigkeit, 134
Regelungsart, 22
Risikoanalyse, 22
Risikobeurteilung, 22
Rolltor, 36

S

S_STW (Steuerwort Safety), 44
S_ZSW (Zustandswort Safety), 44
S7-300, 66
Safe Brake Ramp, 180
Safe Brake Relay, 73, 95
SAM (Safe Acceleration Monitor), 125, 130, 172
  aktiv, 154
SBC (Safe Brake Control), 28
  Abnahmestest, 279
  angefordert, 153
SBR (Safe Brake Ramp), 125, 171, 180, 186, 187
  aktiv, 154
Schaltplan, 301
Schutztür, 56
SDI (Safe Direction), 35
  Abnahmetest, 291
  abwählen, 154
  aktiv, 154
  anwählen, 206
  Diskrepanz, 211
  Fehlerverhalten, 213
  Motor ausschalten, 207
  Motor einschalten, 209
  Toleranz, 141
  Verzögerungszeit, 141
Selbsttest, 95
Selbsttest (Zwangsdynamisierung), 102
Serieninbetriebnahme, 149, 152
Seriennummer, 300
Servicepersonal, 15
Shared Device, 42, 80, 90, 124
Sicherer Ausgang, 70, 120
  Rückmeldeeingang, 120
  Safe State Signalauswahl, 120
  Signalquellen, 120
  SINAMICS G120D, 118
  Testmodus, 116, 120
Sicherer Eingang, 51, 75, 108
Sicherheitsfunktionen
  Ansteuerung der, 21
Sicherheitsintegritätsgrad, 264

Sicherheitsschaltgerät, 61, 63
Signale, 153
SIL (Safety Integrity Level), 264
SIMATIC ET 200pro FC-2, 20, 21, 49
SINAMICS G110M, 20, 21
SINAMICS G120
  CU230P-2, 20, 21
  CU240B-2, 20, 21
  CU240E-2, 20, 21
  CU250S-2, 20, 21
SINAMICS G120C, 20, 21
SINAMICS G120D
  CU240D-2, 20, 21
  CU250D-2, 20, 21
SIZER, 325
SLS (Safely Limited Speed), 32, 180
  Abnahmetest, 282
  abwählen, 153, 180
  aktiv, 153
  anwählen, 180, 182, 184
  Bremsrampenüberwachung, 134
  Diskrepanz, 192
  Fehlerverhalten, 194
  Geschwindigkeitsüberwachung, 134
  Geschwindigkeitsüberwachung umschalten, 187
  Motor ausschalten, 189
  Motor einschalten, 191
  Reaktion, 132
  Sollgeschwindigkeitsbegrenzung, 132
  Stillstandüberwachung, 189
  Stufe, 186
  Stufe aktiv, 153
  Stufe anwählen, 153
  Überwachungsgrenze, 187
  Überwachungsgrenze umschalten, 186
  Überwachungsmodus, 180
  Verzögerungszeit, 134
Sollgeschwindigkeitsbegrenzung, 184
Spannungstoleranz Beschleunigung, 106
Spindelantrieb, 34
SS1 (Safe Stop 1), 30
  Abnahmetest, 273, 276
  Abschaltgeschwindigkeit, 125, 126, 128, 129
  abwählen, 153
  aktiv, 153
  anwählen, 125, 170, 171
  Bezugsdrehzahl, 127, 127
  Bezugsdrehzahl (Referenzgeschwindigkeit), 127
  Diskrepanz, 174, 176
  Fehlerverhalten, 178
  Geschwindigkeitstoleranz, 129
  Motor ausschalten, 173
  Referenzgeschwindigkeit, 127
  Referenzgeschwindigkeit (Bezugsdrehzahl), 127
  Stillstandserkennung, 128
  Stillstandsüberwachung, 125
  Stillstandüberwachung, 126, 171, 172
  Toleranz, 125, 130
  Überwachungsmodus, 125
  Überwachungszeit, 127, 127
  Verzögerungszeit, 125, 126, 127, 129
  Verzögerungszeit für SBR, 125
SSM (Safe Speed Monitoring), 37
  Abnahmetest, 286
  Fehlerverhalten, 220
  Filter, 138
  Geschwindigkeitsgrenze, 137
  Hysterese, 138
  Motor ausschalten, 198
  Motor einschalten, 203
  Rückmeldung aktiv, 154
  Zeitverhalten, 197
Standard quittieren, 154
STARTER, 82
Status F-DI
  Abnahmestest, 298
Status F-DI über PROFIsafe, 123
Steuerwort 1, 45, 46
Steuerwort 5, 48
STO (Safe Torque Off), 26
  Abnahmestest, 269, 271
  aktiv, 153
  anwählen, 26, 162
  awählen, 153
  Diskrepanz, 163
  Fehlerverhalten, 219
STOP A, 178
STOP B, 194
STOP F, 218
Stopp
  Kategorie 1, 217
Störung, 232
Support, 325
Symbole, 17
Synchronmotor, 22

T

Tausch
  Control Unit, 258
  Getriebe, 258
  Hardware, 258
  Motor, 258
  Power Module, 258

Telegramm 30, 44
Telegramm 900, 44
Testintervall, 259
Testmodus F-DO, 118
Testsignale, 93, 113
Teststopp
durchführen, 157
Teststopp (Zwangsdynamisierung), 102
Trace, 301

U

U/f-Steuerung, 22
Übersicht
Handbücher, 323
Inbetriebnahme, 86
Kapitel, 18
Umrichter
Update, 258
Umrichterkomponenten, 245
Umrichtersignale, 153
Umschalten
SLS-Stufe, 186
Update
Firmware, 258

V

Vektorregelung, 22
Verbesserungsvorschlag Handbuch, 326
Versagenswahrscheinlichkeit, 259
Version
Firmware, 300
Hardware, 300
Sicherheitsfunktion, 300
Verzögerungszeit, 106
Verzögerungszeit Istwerterfassung, 263
Vorgehen, 17

W

Warnung, 232
Werkseinstellungen
Rücksetzen auf, 83
Wickler, 23

Z

Zentrifuge, 37
Zertifizierung, 264
Zulässige vorverarbeitende Geräte, 61
Zurücksetzen
Parameter, 83
Zustandswort 1, 45, 47
Zustandswort 5, 48
Zwangsdynamisierung, 95, 102, 259
durchführen, 156
einstellen, 95
erweiterte Funktionen, 102
Sicherer Ausgang, 120

Weitere Informationen

SINAMICS Umrichter:
www.siemens.com/sinamics

Safety Integrated:
www.siemens.com/safety-integrated

Siemens AG
Industry Sector
Drive Technologies
Motion Control Systems
Postfach 3180
91050 ERLANGEN
DEUTSCHLAND

Änderungen vorbehalten
© Siemens AG 2010-2014

Für weitere Info zu Safety Integrated den QR-Code scannen.

www.siemens.com/drives